



S. 804. B.







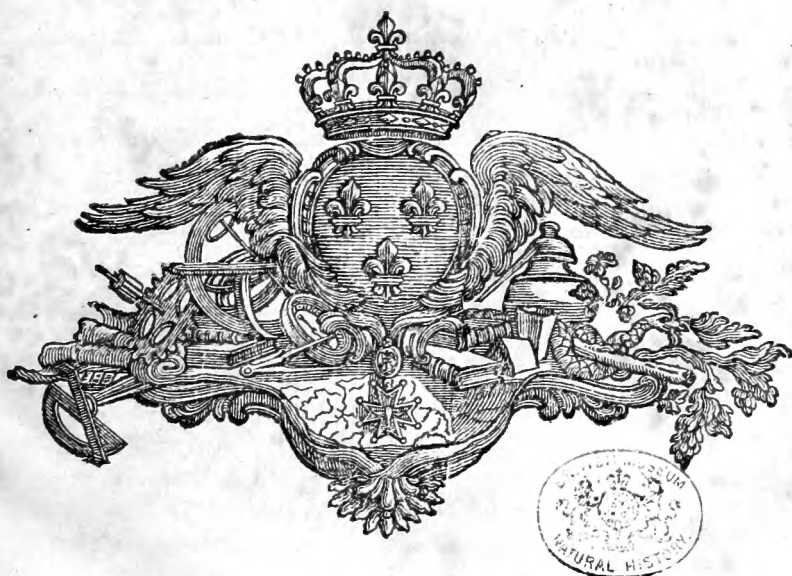
HISTOIRE  
DE  
L'ACADÉMIE  
ROYALE  
DES SCIENCES.

---

ANNÉE M. DCCLXXVI.

---

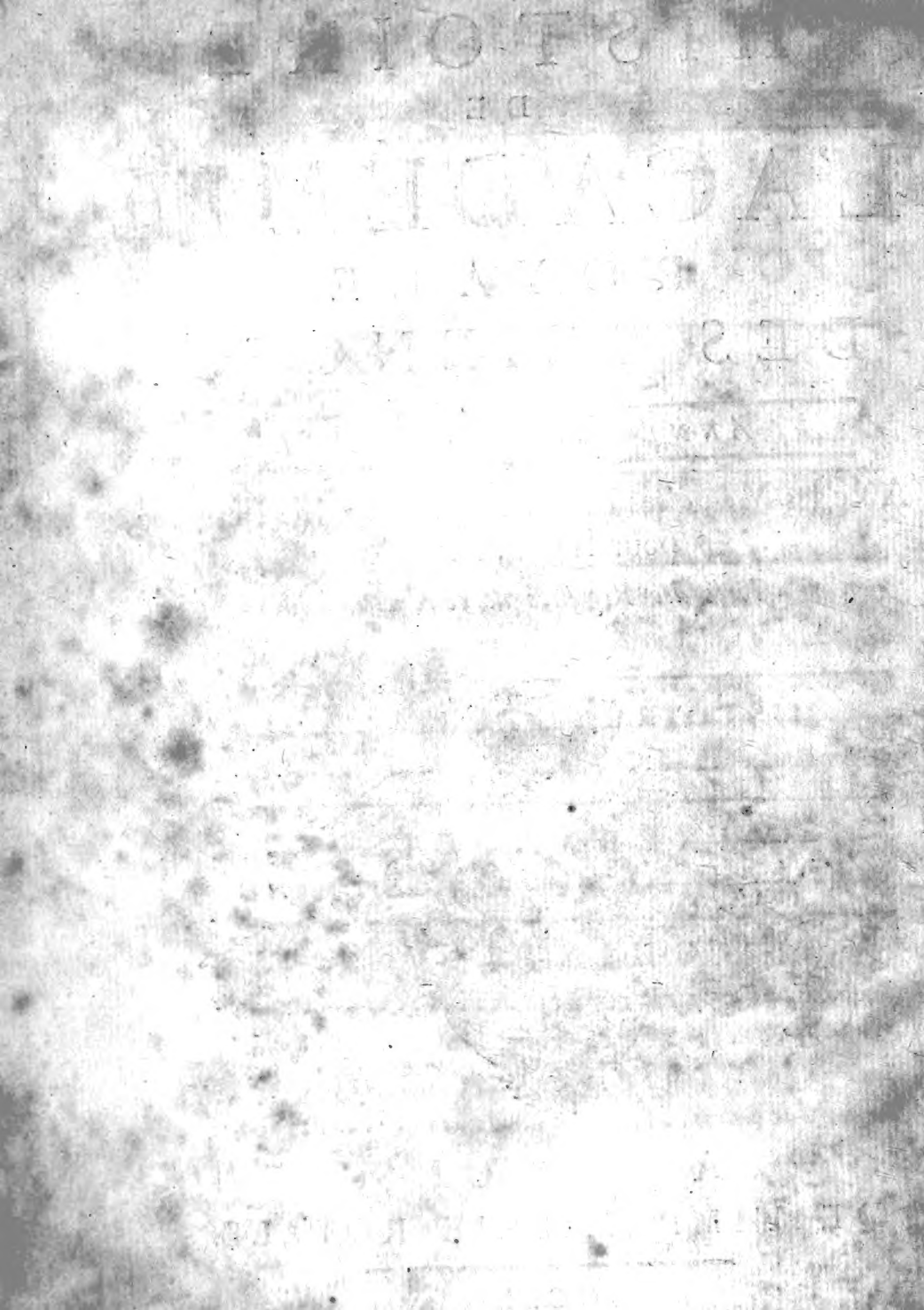
Avec les Mémoires de Mathématique & de Physique,  
pour la même Année,  
*Tirés des Registres de cette Académie.*




A PARIS,  
DE L'IMPRIMERIE ROYALE.

---

M. DCCLXXIX.





# T A B L E

## POUR L'HISTOIRE.

---

### PHYSIQUE GÉNÉRALE.

<i>SUR le froid de 1776.....</i>	Page 1
----------------------------------	--------

---

### A N A T O M I E.

<i>Sur les Vaisseaux du cœur &amp; du poumon.....</i>	15
<i>Observations Anatomiques.....</i>	17
<i>Description d'un Fœtus double.....</i>	18

---

### HISTOIRE NATURELLE.

<i>Observation.....</i>	19
-------------------------	----

---

### M I N É R A L O G I E.

<i>Sur les bulles d'eau contenues dans les Opales.....</i>	21
--	----

---

### C H I M I E.

<i>Sur les Essais d'Or.....</i>	22
<i>Sur le Zinc.....</i>	26
<i>Sur l'air contenu dans l'Acide nitreux.....</i>	27
<i>Sur les Gas aériens.....</i>	29

1776.

\* ij

## T A B L E.

---

### A S T R O N O M I E.

<i>Sur l'Amplitude du Soleil.....</i>	33
<i>Sur l'Éclipse de Lune du 30 Juillet 1776.....</i>	Ibid.
<i>Sur les Satellites de Jupiter.....</i>	34
<i>Sur une bande obscure observée sur Saturne.....</i>	Ibid.
<i>Sur la Comète de 1770.....</i>	35
<i>Sur une nouvelle Constellation.....</i>	36

---

### G É O G R A P H I E.

<i>Sur le Cap de la Circoncision.....</i>	38
---	----

---

### M É C A N I Q U E R A T I O N N E L L E.

<i>Sur différens points du Système du Monde.....</i>	40
<i>Sur l'équilibre des Voûtes.....</i>	43

---

### M É C A N I Q U E.

<i>Sur les Moulins à organsiner.....</i>	46
--	----

---

<i>Ouvrages présentés à l'Académie.....</i>	48
---	----

<i>Prix.....</i>	Ibid.
------------------	-------

<i>Éloge de M. le Marquis de Valière.....</i>	53
---	----



# T A B L E

## POUR LES MÉMOIRES.

<i>MÉMOIRE</i> sur le Froid extraordinaire que l'on ressentit à Paris, dans les Provinces du Royaume, & dans une partie de l'Europe, au commencement de cette année 1776. Par M. MESSIER.....	Page 1
<i>Mémoire</i> sur le choix de l'Emplacement & sur la forme qu'il faut donner au Bâtiment d'une fabrique d'Organsin, à l'usage des nouveaux Moulins que j'ai imaginés à cet effet. Par M. DE VAUCANSON.....	156
<i>Observation</i> de l'Éclipse totale de Lune, faite à l'Observatoire de Sainte-Geneviève, le 30 Juillet 1776. Par M. PINGRÉ.	174
<i>Recherches</i> sur plusieurs points du Système du Monde. Par M. DE LA PLACE.....	177
<i>Observations</i> de la Lune, faites avant l'Éclipse totale de Lune du 30 Juillet 1776; & comparaisons des Lieux observés aux Lieux calculés avec les Tables de M. <sup>rs</sup> Clairaut & Mayer. Par M. JEAURAT.....	268
<i>Nouvelles Méthodes analytiques</i> pour calculer les Éclipses de Soleil, &c. Suite du Douzième Mémoire; dans lequel on applique à la solution de plusieurs Problèmes astronomiques, les Équations des Mémoires précédens. Par M. DU SÉJOUR.	273
<i>Recherches</i> sur les Méthodes qu'employent les Essayeurs pour fixer le titre des matières d'Or, en déterminant en même temps la quantité d'Argent qu'elles peuvent contenir; & sur les moyens de perfectionner cette double opération. Par M. TILLET.....	377

# T A B L E.

<i>Observation de l'Éclipse totale de Lune, du 30 Juillet 1776.</i> Par M. BAILLY.....	431
<i>Observation de l'Éclipse totale de Lune, du 30 Juillet 1776.</i> Par M. CASSINI DE THURY.....	433
<i>Observation de l'Éclipse de Lune, arrivée la nuit du 30 au 31 Juillet 1776, faite à l'hôtel de Chaulnes.</i> Par M. DE FOUCHY.....	436
<i>Observation de l'Éclipse totale de Lune, du 30 Juillet 1776, faite à l'Observatoire Royal.</i> Par M. JEAURAT...	438
<i>Observation de l'Éclipse de Lune, la nuit du 30 au 31 de Juillet 1776, faite à Paris à l'Observatoire de la Marine.</i> Par M. MESSIER.....	441
<i>Mémoire sur les Taches du Soleil &amp; sur sa rotation.</i> Par M. DE LA LANDE.....	457
<i>Mémoire sur la situation respective des gros vaisseaux du Cœur &amp; des Poumons.</i> Par M. SABATIER.....	515
<i>Suite des Recherches sur plusieurs points du Système du monde.</i> Par M. DE LA PLACE.....	525
<i>Longitudes &amp; Latitudes, Ascensions droites &amp; Déclinaisons des Étoiles qui environnoient le Disque lunaire au temps de la dernière Éclipse du 30 Juillet 1776.</i> Par M. LE MONNIER.....	553
<i>De l'Amplitude du Soleil à son coucher, observée à Saint- Sulpice.</i> Par le même.....	558
<i>Constellation du Solitaire.</i> Par le même.....	561
<i>Examen de la combinaison de l'acide concret du Tartre avec le Zinc.</i> Par M. DE LASSONE.....	563
<i>Observations astronomiques, faites en 1776 à Périnaldo, dans le Comté de Nice.</i> Par M. MARALDI.....	574
<i>Observations de l'Occultation de l'étoile <math>\mu</math> de la Baleine par la Lune, le 27 Janvier 1776; &amp; d'Aldebaran, la</i>	

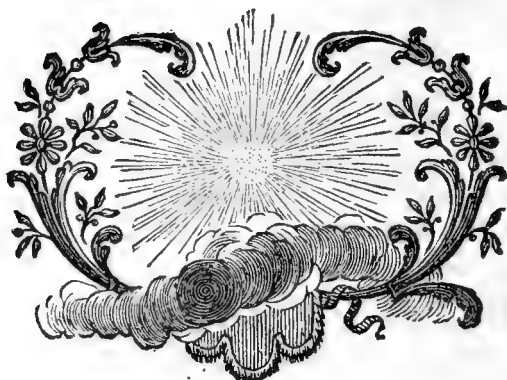


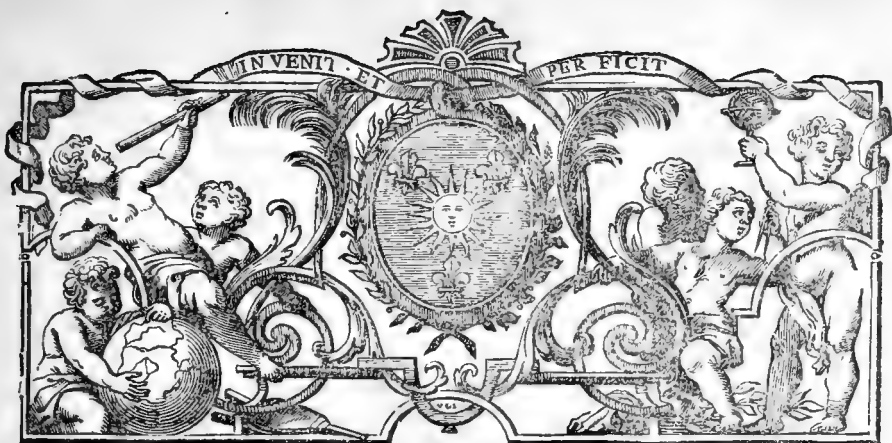
# T A B L E.

<i>nuît du 29 au 30 du même mois ; faites à l'Observatoire de la Marine. Par M. MESSIER.....</i>	580
<i>Observation d'une Bande obscure qui paroît sur le Globe de Saturne. Par le même.....</i>	583
<i>Nouvelles Recherches sur l'équilibre des Voûtes en Dôme. Par M. l'Abbé BOSSUT.....</i>	587
<i>Mémoire contenant les Observations de la XI.<sup>e</sup> Comète observée à Paris, de l'Observatoire de la Marine, &amp; du Collège de Louis-le-Grand; depuis le 14 Juin jusqu'au 3 Octobre matin 1770. Par M. MESSIER.....</i>	597
<i>Essai de détermination de la différence des Méridiens entre l'Observatoire royal de Paris, &amp; Gréenwich, Rouen &amp; Marseille. Par M. JEAURAT.....</i>	652
<i>Nouvelles preuves que le cap de la Circoncision existe par une latitude australe de 54 degrés, &amp; que sa longitude géographique a été supposée jusqu'ici trop grande d'environ 7 degrés. Par M. LE MONNIER.....</i>	665
<i>Mémoire sur l'existence de l'air dans l'acide nitreux, &amp; sur les moyens de décomposer &amp; de recomposer cet acide. Par M. LAVOISIER.....</i>	671
<i>Mémoire sur des Substances hétérogènes trouvées dans les Cristaux de roche, les Agates, les Opales &amp; les Rubis. Par M. FOUGEROUX DE BONDAROY.....</i>	681
<i>Notices d'une suite d'Expériences nouvelles qui font connoître la nature &amp; les propriétés de plusieurs espèces d'air ou émanations aërisiformes, extraites par diverses voies d'un grand nombre de substances. Par M. DE LASSONE.....</i>	686
<i>Description d'un Enfant monstrueux né à terme, ayant deux visages sur une seule tête, &amp; deux corps réunis supérieurement, l'un bien &amp; l'autre mal conformés. Par M. BORDENAVE</i>	697

# T A B L E.

<i>Observations anatomiques.</i> Par M. VICQ-D'AZYR. ....	700
<i>Observations Botanico-Météorologiques, faites à Denainvilliers pendant l'année 1775.</i> Par M. DU HAMEL. .	704
<i>Troisième Mémoire sur le Vert-de-gris.</i> Par M. MONTET, de la Société Royale de Montpellier. ....	724





HISTOIRE  
DE  
L'ACADÉMIE ROYALE  
DES SCIENCES.  
*Année M. DCCLXXVI.*

---

PHYSIQUE GÉNÉRALE.

---

*SUR LE FROID DE 1776.*

**P**ARMI les phénomènes que produit dans la Nature la cause, jusqu'ici trop peu connue, qui nous fait éprouver les sensations de chaud & de froid, il en est un qui s'observe dans tous les corps, & qui a l'avantage de pouvoir être mesuré & assujetti au calcul. Le volume de tous les corps

*Hist. 1776.* V. les Mém.  
page 1.  
A

augmente lorsqu'ils s'échauffent , & diminue quand ils refroidissent : tant que l'action de la chaleur ou du froid ne les décompose point, les solides augmentent de volume jusqu'au moment où ils se fondent, & les liquides jusqu'à ce qu'ils se transforment en fluides expansibles. De même, les fluides expansibles soumis à une pression constante, diminuent de volume par le froid jusqu'à ce qu'ils se changent en liquides, & les liquides jusqu'à ce qu'ils acquièrent de la solidité.

Cette loi peut être regardée comme générale, parce que si l'eau, par exemple, se dilate au lieu de se condenser par le refroidissement, lorsqu'elle approche du terme de la congélation, il est naturel de penser que ce phénomène est l'effet de la cause qui, en général, augmente le volume des corps à l'instant où ils passent à l'état de solidité.

Cette propriété générale de la chaleur & du froid est employée par tous les Physiciens, à en mesurer ou du moins à en reconnoître l'augmentation ou la diminution. Mais dans quel sens a-t-on pu dire que la dilatation & la condensation des corps sont la mesure du chaud & du froid, & comment cette mesure doit-elle être employée ? Il ne sera peut-être pas inutile d'entrer dans quelques détails sur cet objet.

Si on suppose deux corps différens, plongés dans un même milieu dont la température soit constante, ils cesseront au bout d'un certain temps de se dilater ou de se condenser, & ils resteront dans le même état tant que la température du milieu restera la même : si le milieu s'échauffe, les deux corps qui y sont plongés se dilateront, mais ils ne suivront pas la même loi en se dilatant ; non-seulement, les deux corps se dilateront inégalement, mais le rapport entre leurs dilatations ne sera pas le même dans les différens degrés de dilatation. C'est donc par l'expérience seule qu'on peut établir une comparaison entre la dilatation des corps plongés dans le même milieu & soumis à la même cause de chaleur, & il résulte de cette observation, qu'on ne peut choisir pour mesure de la température d'un milieu qu'une substance

homogène qui puisse se conserver & être par-tout la même, que l'on doit convenir d'employer constamment la même substance, ou si on en emploie plusieurs qui aient ce même avantage, de ne les employer qu'après avoir examiné comparativement la marche de leur dilatation; il en résulte encore, que cette substance destinée à mesurer la température d'un milieu, indique quand ce milieu s'échauffe & se refroidit, mais qu'elle ne montre point immédiatement le degré de la dilatation du milieu, & moins encore le rapport des causes qui produisent ces différentes températures.

Si l'on suppose plusieurs fluides placés dans un même milieu, & qu'on veuille mesurer la température de ces fluides, en y plaçant un corps, on verra qu'ils ne produisent pas dans ce corps le même degré de dilatation.

Ainsi, non-seulement la même cause ne dilate pas semblablement les différens fluides, mais elle ne leur communique pas la même force pour dilater les corps qui y sont plongés. Il y a donc une certaine loi entre les différens degrés de dilatation des différens fluides qui sont plongés dans un milieu, & une autre loi entre les degrés de dilatation de ces nouveaux fluides, & ceux qu'ils produisent dans les corps qu'on y plonge: l'observation seule peut nous faire connoître ces loix, & nous faire juger si elles sont essentiellement différentes, ou si elles ne peuvent se réduire toutes à une seule loi générale.

Mais il résulte du moins de ce qu'on fait à cet égard, que si on veut employer la dilatation d'un corps pour mesurer la cause qui agit sur le milieu où ce corps est plongé, il faut ne comparer que les effets du même milieu sur l'instrument qu'on destine à mesurer la chaleur, pour tous les degrés de dilatation, ou connoître, par l'expérience, les rapports des effets que produiront différens milieux sur un même instrument.

La température d'un corps, c'est-à-dire, son état de dilatation est exprimée par le rapport de sa masse à son volume, ainsi (comme dans tous les autres cas où l'on compare entr'elles des quantités de natures différentes) il faut chercher ici une unité,

c'est-à-dire , choisir un point de température où un certain poids d'une matière donnée , occupera un certain volume , & comparer à ce volume , regardé comme l'unité , celui que la même masse du même corps occupera dans les différentes températures.

Jusqu'ici nous n'avons parlé que des principes généraux , il nous reste à dire comment les Physiciens les ont employés.

La dilatation d'un fluide est plus aisée à observer que celle d'un corps solide ; il suffit en effet de remplir de ce fluide une boule surmontée d'un tube d'un diamètre beaucoup plus petit , les dilatations deviennent alors très-sensibles ; à la vérité , le vase qui contient le fluide étant susceptible lui-même de dilatation , le tube ne recevant pas dans beaucoup d'expériences la même chaleur que la boule , le fluide expansible contenu dans la partie vide du tube opposant une résistance variable à la dilatation , il reste quelques incorrections dans cette manière de mesurer la dilatation ou la cause de la dilatation ; mais on sent que l'on peut en corriger quelques-unes , & si on emploie un instrument de verre , substance beaucoup moins dilatable que la plupart des fluides , si l'on a soin de chasser l'air de l'intérieur de l'instrument , toutes ces causes deviennent presque insensibles.

De tous les fluides , celui qui réunit le plus d'avantages , est le mercure ; en effet , le mercure parfaitement pur est par-tout le même , il n'éprouve aucune décomposition par le laps du temps , en sorte qu'on peut regarder tous les thermomètres faits avec du mercure , comme remplis d'un fluide entièrement le même , le mercure d'ailleurs ne se réduisant en vapeurs qu'à un feu très-fort , ne se gelant qu'à un très-grand froid , est de toutes les substances celle dont l'échelle de dilatation est la plus grande : aussi les Physiciens qui avoient employé des fluides de toutes espèces , n'emploient presque plus que des thermomètres de mercure : ils ont conservé cependant les thermomètres à esprit-de-vin , parce qu'il est possible de se procurer , dans les différens temps & dans les différens Pays , des esprits-de-vin sensiblement

semblables , & que l'esprit-de-vin se conserve très-long-temps dans les thermomètres sans subir aucune altération.

Nous avons dit que pour former une échelle de dilatation, il falloit choisir une unité ; cette unité est arbitraire en elle-même : mais la mesure immédiate du volume qu'occupe un poids déterminé d'une certaine matière , demanderoit une longue suite d'attentions délicates & pénibles , & il étoit à désirer que le nombre des thermomètres pût se multiplier, & qu'ainsi ils devinssent d'une construction prompte & facile : heureusement les Physiciens trouvèrent une méthode plus simple. Ils observèrent qu'il y avoit des moyens de se procurer une température toujours la même. Par exemple, un thermomètre placé dans de l'eau glacée indique toujours le même degré au moment où la glace se fond ; si on place un thermomètre dans l'eau bouillante, il monte à un certain point, & il ne s'élève point au-dessus ; ce point varie selon les différentes pesanteurs de l'atmosphère, mais si on emploie de l'eau pure , & qu'on répète les expériences dans une atmosphère également pesante , ce point se retrouve constamment le même.

On peut donc prendre pour unité le rapport du volume de mercure à son poids, dans un de ces points ; dans celui de la glace fondante , par exemple : ajoutant ensuite des poids égaux de mercure toujours à la même température , les volumes qu'ils occuperont dans le tube seront égaux entr'eux ; & au volume total , comme chacun de ces poids , au poids total ; on marqueroit également des volumes égaux au-dessous du point de congélation , en ôtant des poids égaux de mercure : par ce moyen , le tube seroit divisé en parties proportionnelles au volume du mercure qui auroit été choisi pour unité.

Cette méthode, la plus sûre pour se procurer un thermomètre exact , demande encore un long détail d'expériences , & il en falloit trouver une plus courte ou renoncer à l'avantage d'avoir un très-grand nombre d'observations dans une Science où la multiplicité des observations peut seule

conduire à de grands résultats. Mais nous avons vu que l'on connoissoit deux termes fixes; l'un, celui de la glace fondante; l'autre, celui de l'eau bouillante; & l'on peut tirer de-là une manière bien simple de construire les thermomètres.

On marque les deux points sur un tube, & regardant comme l'unité le volume que la masse de mercure occupe au terme de la glace: on divise en parties égales l'espace compris entre ce point & celui de l'eau bouillante sur le tube du thermomètre.

Si les tubes sont bien calibrés, & qu'on prenne un nombre constant de parties, ces parties auront dans les différens instrumens le même rapport avec le volume qui a été regardé comme l'unité; & si l'on connoît le rapport des volumes observés pour ces deux points, on le connoîtra dans tous ces instrumens pour les points intermédiaires. Tel est le principe qui, depuis les travaux de M.<sup>rs</sup> de Reaumur & Fahrenheit, sert à la construction des thermomètres, & qui leur a donné une exactitude suffisante pour la plupart des expériences: il faut avouer cependant que ce principe faisant dépendre l'exactitude des instrumens de l'égalité du tube & de l'observation des deux points fixes, y laisse une cause d'erreur qui peut nuire à des observations délicates.

On peut employer la même méthode pour les thermomètres à esprit-de-vin; quoiqu'à l'air libre l'esprit-de-vin bouille à un terme inférieur à celui de l'eau bouillante, il supporte ce terme dans la boule d'un thermomètre; mais cette différence même peut laisser quelques incertitudes sur la régularité de l'instrument. En effet, d'où naît cette différence? De ce que l'élasticité de la partie de l'esprit-de-vin qui est entrée en expansion, résiste à l'ébullition plus que le poids de l'atmosphère, mais alors cette force s'oppose aussi à la dilatation, & on ne peut supposer sans preuve qu'elle soit égale à celle qui agiroit sur le mercure dans la même circonstance. D'ailleurs, comme la loi de la dilatation est différente dans les différens fluides, qu'il faut par conséquent rapporter toutes les observations à une seule espèce de thermomètres, &



que c'est aux thermomètres de mercure qu'il paroît convenable de donner la préférence, il seroit plus avantageux, au lieu de graduer immédiatement les thermomètres à esprit-de-vin, de les graduer en les comparant à ceux de mercure.

Tels sont les principes qui servent en général à construire les thermomètres; le nombre de degrés qu'on suppose entre le point de la glace & celui de l'eau bouillante, la méthode de prendre pour terme de la glace ou celui de la glace fondante, ou celui de la glace qui se forme (terme cependant plus incertain); ces différences changent la graduation des thermomètres, mais n'en changent point la marche, & pourvu que la construction en soit connue, une règle de trois suffit pour les comparer.

C'est avec des thermomètres faits sur ces mêmes principes qu'ont été faites les observations sur le froid de 1776, dont nous allons rendre compte.

M. Messier a suivi avec la plus grande exactitude le froid de 1776; huit thermomètres, deux de mercure & six d'esprit-de-vin, lui ont servi à connoître les différences locales du froid dans les lieux fermés ou en plein air, dans les différentes expositions & à différentes hauteurs au-dessus & au-dessous du terrain.

Le plus grand froid donné par un thermomètre de mercure exposé en plein air & au nord, est arrivé le 29 Janvier; le thermomètre marquoit alors 16 degrés  $\frac{1}{4}$ ; le même thermomètre, placé depuis dans un bain d'eau glacée, s'est retrouvé au terme de la glace lorsque le bain commençoit à se fondre: l'intervalle entre le terme de la glace & celui de l'eau bouillante étoit divisé en 85 degrés: pour éviter que les accidens qui peuvent arriver à ce thermomètre, & les doutes sur sa construction, ne fassent perdre un jour le fruit d'une observation aussi précise, M. Messier a cru devoir marquer en lignes & en parties de ligne les distances qu'il y a sur ce thermomètre, entre le point de la glace & celui de l'eau bouillante, entre ces points & celui que marquoit le même thermomètre plongé dans de l'eau placée dans les caves de

l'Observatoire, & qu'on y avoit laissée assez long-temps pour qu'elle en eût pris la température; enfin, la même distance en lignes, du point de zéro au degré de froid observé le 29 Janvier. Une de ces distances eut suffi sans doute en supposant l'instrument parfait & la détermination de tous ces points d'une exactitude absolue; mais la détermination des autres sert de vérification & donne le moyen de rectifier les erreurs où l'on pourroit tomber, si l'on vouloit reconstruire un instrument semblable.

M. Messier a comparé à ses observations celles qui ont été faites dans différens endroits de Paris; on pouvoit, en observant la marche des thermomètres dans des bains de froid artificiel, s'assurer de la marche correspondante des instrumens, c'est ce qu'ont exécuté des Commissaires nommés par l'Académie. Alors, M. Messier a pu conclure de ces expériences le degré qu'auroient marqué des thermomètres absolument semblables au sien, & placés dans les mêmes lieux & les mêmes instans où ont été faites les observations qu'il s'agissoit de comparer.

La manière de déterminer, par la comparaison de ces observations, le plus grand froid d'un hiver n'est pas sans difficulté, même en supposant les thermomètres absolument semblables, & observés aux mêmes heures: des causes locales peuvent même, à des distances très-petites, causer des différences assez sensibles: le froid n'arrive pas à son plus haut point dans les différens endroits, ni à la même heure ni dans le même jour, & ce plus haut point n'y est pas le même. Doit-on prendre alors pour le terme du plus grand froid, le degré le plus bas que l'on ait pu observer, ou plutôt le terme moyen le plus bas que donneroient à une même heure, dans un même lieu, les observations de tous les thermomètres exposés en plein air, à l'ombre, vers le nord, loin des murs échauffés par le feu? Si l'on prend le premier parti pour comparer le froid de deux hivers, il faudra employer des instrumens semblables, il faudra les placer dans le même lieu, il faudra que ce lieu n'ait point été garanti par de nouveaux  
abris,

abris , ou que les anciens abris n'aient pas été détruits ; il faudra de plus , que le vent qui régnoit dans les deux hivers ait eu la même direction. Il seroit aisé de montrer , que pour le terme moyen de froid , dont nous avons parlé , & pour tout autre terme moyen qu'on voudroit choisir , une comparaison exacte de deux hivers seroit exposée à des difficultés au moins égales ; ces considérations ont déterminé M. Messier à publier les Observations dans le plus grand détail , afin que les Physiciens qui voudroient dans la suite comparer un grand froid à celui de 1776 , eussent tous les moyens possibles de faire cette comparaison. Les travaux sur les Sciences ne sont affranchis des détails que lorsqu'elles sont dans l'enfance ou qu'elles approchent de la perfection.

Des observations du froid faites à Paris , M. Messier passe à celles qui ont été faites dans toute l'Europe , & il en donne une Table détaillée ; il résulte de cette Table que l'hiver de 1776 n'a point été pour le Nord un hiver extraordinaire : en Suède même , & à Copenhague , le froid a été beaucoup moindre qu'à Paris : les causes de ces grandes variations dans les hivers , variations indépendantes de la latitude des lieux où ils règnent , sont demeurées jusqu'ici presque absolument inconnues. Mais la perfection que les instrumens météorologiques ont acquise dans ces derniers temps , & la multiplication du nombre des Observateurs , nous font espérer que bientôt la Physique va être augmentée d'une nouvelle Science.

Nous saurons un jour quels pays ont constamment une même constitution atmosphérique , nous saurons fixer les limites de ces pays , assigner même , & les causes de ces limites , & celles des différences entre ces pays & ceux qui les avoisinent , marquer d'où dépendent les petites différences que l'on observe entre les parties d'un pays où les mêmes phénomènes se présentent en général. Nous distinguerons les phénomènes généraux qui appartiennent à un hémisphère entier , ceux moins généraux qui ont successivement des bornes plus ou moins étendues , ceux qui dépendent de la hauteur du terrain ,

de la direction des vallées, de la position des mers, &c. On se plaint que l'étude de la Nature a fait peu de progrès, & l'on oublie qu'il n'y a qu'un siècle & demi qu'on a commencé à l'observer, qu'il n'y a pas un demi-siècle que l'on fait construire de bons instrumens ; & qu'enfin , les Observateurs commencent à peine à se multiplier & à s'étendre. Si après avoir fait ces réflexions, on examine ce qui a été trouvé depuis ce siècle & demi , au lieu de se plaindre, on ne pourra plus qu'admirer.

M. Messier donne la liste des grands hivers dont l'Histoire a fait mention : jusqu'en 1709, ils n'ont été connus que par l'observation vague de quelques-uns de leurs effets. Celui de 1709 a été observé avec un thermomètre ; mais l'art de rendre ces instrumens comparables n'étoit pas connu : il auroit fallu par conséquent pouvoir retrouver un instrument qui eût servi immédiatement aux observations de 1709, ou qui du moins eût été comparé avec un thermomètre qui eût servi à ces observations ; & c'est encore une question de savoir s'il existe un seul instrument bien authentique qui ait ces avantages. Le froid de 1709 est déterminé dans ce Mémoire à 15 degrés environ, d'après des hypothèses très-probables , & un milieu pris entre un très-grand nombre d'observations. Cette conclusion de M. Messier n'est pas d'accord avec celle de tous les Physiciens. Plusieurs au contraire ont trouvé le froid de 1709 plus grand que celui de 1776 ; ce que les effets de ces hivers semblent confirmer : mais M. Messier, qui est entré dans de grands détails sur les effets des hivers rigoureux , a montré que leur influence sur les rivières, sur la navigation, sur les animaux, ne dépendoit pas uniquement du degré de froid.

M. Messier a rapporté dans son Mémoire, des observations très-curieuses, faites sur des froids extraordinaires ressentis à Senones. Cette ville est située au fond d'une vallée entourée de montagnes élevées & exposée à l'action du vent de Nord-est. En Novembre 1774, le froid y fut de plus de 15 degrés ; en Janvier 1777, il fut aussi fort qu'en 1776,

tandis qu'à Paris, il n'étoit que de 6 degrés  $\frac{1}{4}$ . Mais en 1776, la neige n'étoit pas plus abondante à Senones qu'à Paris; & aux deux autres époques, elle y étoit très-considérable. Il n'y a peut-être pas encore eu d'observations aussi propres à prouver quelle énorme différence de température, des causes locales peuvent produire entre des lieux dont la différence, soit en latitude, soit en longitude, est très-petite.

M. Messier a fait aussi des observations sur la température des caves de l'Observatoire, température que l'on regarde généralement comme constante. Mais n'y a-t-il réellement aucune différence entre leur température en hiver lors des grands froids, & en été lors des grandes chaleurs? Et si cette température est la même pendant toute une année, le reste-t-elle pendant un long espace de temps? L'auteur de ce Mémoire y a joint encore des expériences sur l'effet de l'action directe du Soleil sur les thermomètres, à différentes hauteurs & pour différentes températures observées à l'ombre. Toutes ces questions n'ont pas encore été résolues d'une manière absolument satisfaisante, & leur solution est très-importante.

La différente position de notre hémisphère à l'égard du Soleil, est la cause de la différence des hivers aux étés, mais jusqu'ici, nous avons eu peu de lumières sur la manière dont cette cause agissoit. Quel effet une cause de chaleur double produit-elle, par exemple, sur la dilatation d'un corps? Si une cause le dilate d'un millième de son volume, une cause double le dilate-t-elle de deux millièmes? si on trouve cette proportion pour un degré de chaleur, la même proportion a-t-elle lieu pour les autres? si on triple, si on quadruple la cause, quelles sont alors les loix des dilatations? Quatre corps échauffés égaux, placés à une distance double, dilatent-ils plus ou moins qu'un corps placé à une distance simple? Les rayons perpendiculaires du Soleil, dilatent plus un corps soumis à leur action, que les rayons obliques; mais cette différence est-elle proportionnelle à la différence du choc, à la quantité des rayons? Ces questions n'ont jamais été examinées

avec le soin qu'elles exigeroient ; elles seroient cependant nécessaires , pour que le thermomètre nous indiquât autre chose que le plus ou le moins des différentes forces de dilatation que l'on compare entr'elles. En effet, il n'existe ni froid ni chaud absolu : presque tous les corps de la Nature les moins altérables , peuvent être successivement sous la forme de solides , de liquides ou de fluides expansibles ; mais leur volume , sous la forme solide , bien loin d'être le plus petit possible , est encore susceptible de diminution par le froid , à un degré dont nous ne connoissons point les bornes : leur volume , sous la forme expansible , dépend du poids qui les presse. Le point de congélation & celui d'expansion , qu'on pourroit regarder pour les liquides comme les deux points extrêmes de dilatation & de condensation , varient pour chaque espèce de corps. Quand même nous connoîtrions , pour quelques corps de la Nature , le chaud ou le froid absolu , ce qui , s'il est possible d'attacher quelque idée précise à ces expressions , signifieroit que nous connoissons la plus grande condensation possible & la plus grande dilatation possible de ces corps : en divisant l'échelle qui sépare ces deux points en parties égales , nous ne saurions pas encore quels rapports ont entr'elles les forces qui , à ces points , produisent des degrés de dilatation égaux ou proportionnels.

Il y a dans l'examen de la cause générale de l'hiver , un point essentiel à observer ; à chaque instant , une moitié de la Terre est échauffée par le Soleil , tandis que l'autre moitié , privée de ses rayons , perd de sa chaleur , & chaque année , chaque partie de la Terre éprouve la même action du Soleil. Supposons donc un globe d'une certaine température qui tourne sur lui-même , de manière que chacune de ses parties soit exposée , pendant un demi-tour , à l'action du Soleil , & en soit privée pendant un demi-tour ; selon la température qu'aura éprouvée ce globe à un instant que nous le considérons comme le premier , il pourra ou acquérir plus de chaleur , par la partie exposée à l'action du corps échauffant , qu'il n'en perdra par l'autre , ou en perdre plus par celle-ci qu'il n'en gagne par l'autre , jusqu'à

ce qu'il parvienne au point où il ne perde d'un côté qu'autant qu'il gagnera de l'autre ; il aura donc alors acquis une température moyenne qui sera constante. Supposons maintenant que la rapidité de son mouvement soit telle , que dans une seule révolution la différence entre la partie exposée à l'action du corps échauffant , & celle qui ne la reçoit pas , ne pénètre pas d'une manière sensible au-delà d'une certaine profondeur : la température du noyau sera constante , & au-dessous de cette profondeur la température sera variable ; mais cette variation ne consistera qu'en une addition ou une soustraction à cette température moyenne , & sera toujours moindre que la différence entre la température d'un corps exposé en entier à l'action du corps échauffant , & celle d'un corps qui n'éprouveroit aucun effet de cette action.

La Terre est présentée successivement par les différens points de sa surface au Soleil qui l'échauffe par ses rayons : ainsi , le rapport entre la température de l'hiver & celle de l'été , ne doit point être proportionnel à l'effet direct du Soleil dans ces deux saisons. A mesure que l'on considère des parties de la Terre plus éloignées de sa surface , cette différence diminuera ; il y aura un point où elle deviendra insensible. Si la Terre a acquis sa température moyenne , le point où la différence de l'été à l'hiver est insensible , aura constamment la même température ; sinon sa température variera même à ce point : la chaleur augmentera si la Terre est au-dessous de la température moyenne ; elle diminuera si la Terre est au-dessus , & cela aura lieu jusqu'à ce que la Terre ait acquis cette température moyenne & constante qu'elle conservera tant que l'action du Soleil & la distance à laquelle nous sommes de lui seront les mêmes. On pourroit croire que dans un de ces deux cas , la chaleur iroit toujours en augmentant , & toujours en diminuant dans l'autre ; mais quelle que soit la cause de la chaleur , il paroît que le refroidissement des corps n'étant pas constant dans des temps égaux & devenant moins rapide à mesure que le corps se refroidit ; il y a nécessairement un point où l'effet d'une

cause active constante se trouve à peu-près en équilibre avec le refroidissement, & doit y rester. L'expérience seule, & l'expérience continuée pendant long-temps & multipliée dans différens lieux, pourra nous éclairer sur cet objet : or, jusqu'à ce que cette question soit résolue, jusqu'à ce que l'on ait fait suivant quelles loix les corps soumis à l'action des corps lumineux sont dilatés, la théorie de la cause générale du froid & du chaud, la loi des effets de cette cause, resteront ignorées : nous ne serons pas non plus en état de calculer avec exactitude l'effet des causes locales ; toutes les théories sur ces causes resteront jusque-là hypothétiques & vagues, & les Physiciens sages imiteront l'auteur du Mémoire dont nous venons de rendre compte, qui, en multipliant les observations ou les présentant dans tous leurs détails, a cru devoir se borner à préparer des matériaux qui deviendront utiles dans le temps quel qu'il soit où l'édifice sera élevé.







## ANATOMIE.

SUR LES

## VAISSEAUX DU CŒUR ET DU POUMON.

LES tentatives que plusieurs Géomètres ont faites pour V. les Mém. appliquer le calcul aux mouvemens des corps animés, ont P. 515. été infructueuses jusqu'ici : l'imperfection des méthodes analytiques, & sur-tout l'insuffisance des données, ont empêché ces recherches de prouver autre chose que le talent de ceux qui s'y sont livrés ; mais si l'application du calcul des forces mécaniques aux mouvemens des animaux n'est pas encore possible, il n'en est pas moins vrai, qu'il n'arrive rien dans ces mouvemens qui ne soit conforme aux loix de la Mécanique. Ainsi, par exemple, la disposition des vaisseaux qui portent le sang dans les différentes parties du corps, doit être telle, que les fréquentes adhérences de ces vaisseaux entr'eux n'occasionnent pas une pression qui nuirait à la circulation du sang, que si des vaisseaux sanguins embrassent la trachée-artère ou les bronches, ils ne puissent pas, en les resserrant, gêner la respiration ; qu'enfin, si deux vaisseaux portent le sang dans une même cavité, ces deux courans ne se contrarient pas.

C'est dans la vue d'examiner, sous ce rapport, les différens vaisseaux du poumon & du cœur, que M. Sabatier a composé le Mémoire qu'il a inséré dans ce volume.

Il y observe que les deux veines-caves qui portent le sang dans l'oreillette droite du cœur, & dont l'une va de haut en bas, & l'autre de bas en haut, ne portent pas cependant le

sang dans deux directions contraires; qu'elles ont une inclination qui change ces directions & leur fait former un angle; que le sang de la veine-cave inférieure est dirigé naturellement vers la membrane qui bouche le trou ovale, en sorte que le sang traverse ce trou dans les fœtus; & qu'après avoir rencontré cette membrane dans les adultes, il passe dans l'oreillette droite où il s'unit avec celui de la veine-cave supérieure, dont, par cette disposition, il ne peut plus gêner le mouvement: la crosse de l'aorte renferme dans sa concavité, l'artère pulmonaire droite, la trachée-artère, l'œsophage & la bronche gauche; mais l'action du sang sur cette crosse de l'aorte tendroit à l'étendre, ainsi il n'en peut résulter aucune pression sur les organes qu'elle embrasse. La même disposition défend les branches de la trachée-artère, après leur jonction au poumon, de la compression des veines pulmonaires.

M. Sabatier observe encore dans son Mémoire, que la courbure de l'aorte produit dans l'épine du dos d'un grand nombre de sujets, une courbure semblable, dont par conséquent la concavité est à gauche; cette courbure est quelquefois peu sensible, d'autres fois elle n'existe point. La courbure correspondante de l'aorte en est la cause, soit par sa pression, soit uniquement parce qu'elle empêche la croissance égale de l'épine du dos.

Ce phénomène explique une observation singulière de M. Sabatier, qui a vu que dans les rachitiques la courbure de l'épine du dos étend sa convexité vers la droite. Il est rare qu'en examinant avec attention la taille de la plupart des hommes, on n'y découvre entre les deux côtés une petite différence, qui s'explique très-bien par l'observation que nous venons de rapporter; cette différence est beaucoup plus sensible dans les hommes & sur-tout dans les femmes qui travaillent à des métiers un peu rudes: on pourroit l'expliquer aussi par l'habitude générale d'exécuter toujours de la même main tous les travaux qui ne demandent que l'emploi d'une seule. Il ne seroit peut-être pas indigne des Anatomistes de faire à cet égard quelques observations sur les hommes qui sont  
naturellement

naturellement disposés à se servir de la main gauche, pour voir si la petite courbure de l'épine est dans le même sens, ou si la courbure de l'aorte n'est pas chez eux dans un sens renversé.

---

### OBSERVATIONS ANATOMIQUES.

CE Mémoire contient deux Observations, l'une d'une V. les Mém. p. 700.  
masse de cheveux, ou du moins de poils de la longueur des cheveux, trouvée dans la matrice d'une fille morte d'un squirre dans cette partie. La maladie n'avoit commencé qu'après la cessation des règles. De pareils corps ont été trouvés dans d'autres organes que la matrice; ce qui prouve que la formation de ces corps ne tient pas aux fonctions auxquelles cet organe est destiné, & que l'existence de ces corps informes, trouvés dans la matrice, ne peut ni être regardée comme la preuve de n'avoir pas gardé une continence rigoureuse, ni même en donner le soupçon. Il faut, dans les conjectures qu'on forme sur ces objets, garder, autant qu'on peut, le milieu entre une crédulité excessive & une incrédulité qui peut devenir injuste: mais il y auroit plus d'esprit philosophique & moins de conséquences fâcheuses, à pencher davantage vers l'indulgence, & vers l'opinion que les loix de la Nature sont encore trop peu connues pour donner des bornes à ce qu'elle peut faire.

La seconde Observation a pour objet une disposition singulière des vaisseaux du mésentère. Cette observation est unique jusqu'ici: mais on en connoît plusieurs du même genre, qui toutes tendent à prouver qu'il existe une grande latitude dans les loix que suit la Nature pour la reproduction des êtres, non-seulement depuis les êtres parfaits d'une espèce, jusqu'aux masses informes auxquelles manquent les parties essentielles à la vie, mais même dans la formation des individus d'une même espèce, qui peuvent vivre & exercer les mêmes fonctions, avec de grandes différences dans leur organisation.

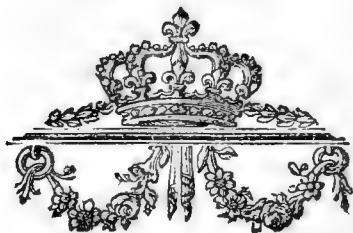
*Hist. 1776.*

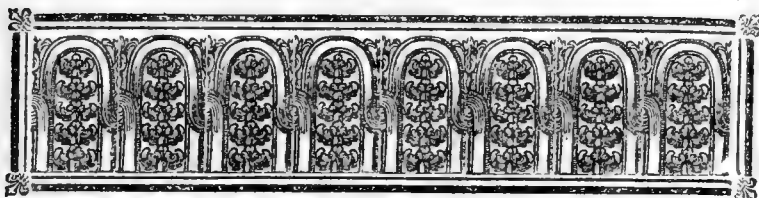
C

*DESCRIPTION D'UN FÆTUS DOUBLE.*

V. les Mém.  
P. 697.

**L**E Monstre dont M. Bordenave donne ici la description, sembloit composé de deux foetus unis ensemble par les épaules & le dos : il paroît être de l'espèce de ces monstres qu'on ne peut guère s'empêcher de croire formés de deux individus unis par une espèce de greffe, causée par quelque accident. S'il y a des monstruosités qu'on ne peut regarder que comme une production faite sur un plan différent de celui que la Nature observe dans chaque espèce ; comme le même sel produit des cristaux de différentes formes ; on ne peut s'empêcher aussi d'admettre de ces monstres , par accident, formés de la réunion de plusieurs individus qu'on distingue encore , comme on observe également dans les cristallisations , des formes singulières qui ne sont que le résultat de plusieurs cristaux unis.





## HISTOIRE NATURELLE.

### OBSERVATION.

M. BARBOTEAU, Conseiller au Conseil supérieur de la Guadeloupe, & Correspondant de l'Académie, lui a envoyé l'histoire d'une Mouche-maçonne, dont il a suivi avec soin les procédés.

On connoît plusieurs espèces de Mouches qui ont cette industrie: M. du Hamel en a observé une à Denainvilliers, & M. de Reaumur en a donné l'histoire dans ses Mémoires sur les Insectes. M. de Reaumur a encore décrit un Ichneumon-maçon de la Dominique.

La Mouche de M. Barboteau a de grands rapports avec cet Ichneumon, & doit être placée dans la même classe; mais elle diffère beaucoup de celle de Denainvilliers: celle-ci a une trompe, détrempe le sable qui forme son nid, lui donne du corps avec une substance qu'elle tire de son estomac, & met dans le nid du miel destiné à nourrir le ver qui doit sortir de son œuf; la Mouche de la Guadeloupe, au contraire, n'a pas de trompe, destine des araignées à la nourriture de son ver, & a besoin d'eau pour bâtir son logement.

La forme de leur corps est aussi fort différente; celle de leur-nid l'est également, & la Mouche de Denainvilliers n'attache jamais ses nids aux arbres: au reste, cette dernière différence peut tenir au peu de bâtimens de pierres qu'il y a dans le pays qu'habite celle de la Guadeloupe.

Elle a six pattes, les deux dernières sont terminées par deux espèces de spatules dentelées: c'est sur ces spatules

qu'elle charge le mortier qu'elle a préparé ; elle les relève ensuite ces le long de son ventre , les unit ensemble , les soutient avec les quatre pattes de devant , & vole avec sa charge , qui ne peut plus l'incommoder.

La tête est garnie de deux crochets dentelés ; lorsqu'elle veut bâtir , elle prend avec ces crochets le mortier déposé sur ses pattes , & l'arrange sous la forme d'un tube cylindrique ; elle y dépose ensuite un œuf qu'elle couvre d'araignées , & ferme le haut du cylindre ; cet œuf produit un ver qui , au bout de quelque temps , file , se forme une coque ; & reste dans l'état de nymphe : devenu mouche , il brise la prison où sa mère l'avoit renfermé.

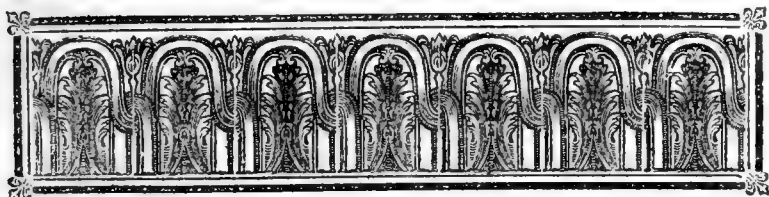
Comme dans l'espèce de Denainvilliers , les femelles seules travaillent à cet ouvrage.

Lorsque la Mouche de la Guadeloupe a bâti autant de nids qu'elle doit pondre d'œufs , ou pondu autant d'œufs que la saison lui a permis de bâtir de nids , elle meurt : c'est un sort commun à beaucoup d'insectes qui passent ainsi rapidement , du moment de leur plus grande force à celui de leur mort , & qui périssent d'épuisement , comme s'ils dédaignoient de ménager une existence devenue insipide pour eux & inutile à leur espèce , ou qu'ils eussent prévu que la tempérance ne prolongeroit pas une vie dépendante des saisons.

Mais quelle cause fait prendre tant de peines à ces Mouches , pour abriter & nourrir ce ver , que jamais elles ne doivent voir ? se tromperoient-elles & après avoir appris que cet œuf doit produire un ver qui se transformera un jour en mouche , ignorent-elles le sort qui les attend ? ou l'idée d'un être vivant qui leur devra l'existence , son abri. La première nourriture est-elle un sentiment assez doux pour leur faire supporter toutes ces peines ?

Ces insectes , qui n'ont aucune communication avec la génération qui la précède , & qui , en si peu de temps , acquièrent tant d'industrie & de prévoyance , sont également propres & à confondre les Métaphysiciens-systématiques , & à piquer la curiosité des Métaphysiciens-observateurs.





## MINÉRALOGIE.

ON trouve dans les Cailloux, dans les Agates, dans les V. les Mém.  
Opales, dans les Cristaux de roche, dans les Géodes, des P. 681.  
cristallisations, des gouttes d'eau avec une bulle d'air ou un  
vide, & même des corps étrangers; jusqu'ici, ces corps  
étrangers au règne minéral, n'ont été que des corps marins,  
les corps terrestres qu'on a cru y voir n'étant que le fruit de  
l'imagination qui se plaisoit à créer des merveilles, comme  
s'il n'y en avoit pas assez dans la Nature pour l'étonner & la  
confondre: les Naturalistes regardoient même autrefois ces  
pierres comme des objets précieux; ils se gardoient bien de  
les sacrifier aux expériences nécessaires pour les mieux con-  
noître. M. Fougeroux, possesseur de plusieurs opales des  
environs de Vicence, les a sacrifiées sans peine; une d'elles  
renfermoit de l'eau surmontée par une bulle: cette eau s'est  
trouvée limpide, sans odeur & sans saveur; une autre opale  
avoit une cavité qui autrefois avoit contenu de l'eau, & cette  
eau avoit disparu. M. Fougeroux s'est assuré que ce phéno-  
mène, qui arrive par l'effet du temps, ne venoit d'aucune  
fente qui se fût formée dans la pierre: l'eau que renferment  
ces pierres y éprouve donc ce qu'on observe dans les labo-  
ratoires, en soumettant de l'eau dans des vaisseaux hermétique-  
ment fermés, à l'action d'une chaleur médiocre, l'eau disparoit,  
& l'on voit de la terre à la place, soit par une décomposition  
des principes de l'eau, soit par une combinaison avec la  
substance des vaisseaux même.





# C H I M I E.

## *SUR LES ESSAIS D'OR.*

V. les Mém.  
P. 377.

LES Anciens connoissoient l'art de purifier les Métaux par la fusion avec le plomb ; mais après leur avoir fait subir cette purification , il paroît qu'ils s'occupoient peu de séparer l'argent qui se trouvoit uni en petite quantité avec l'or ; qu'ils ignoroient même que c'est à ce mélange seul qu'ils devoient attribuer les petites différences qu'ils observoient entre ce qu'ils regardoient comme des Or de différente espèce. Chez les Modernes, au contraire, bien loin de regarder l'or allié d'argent comme de l'or pur , mais plus ou moins coloré , la petite portion d'argent qui reste unie à l'or , a été long-temps comptée pour rien : mais depuis que les méthodes d'essayer se sont perfectionnées , que le commerce de l'or & de l'argent s'est étendu , que partagé entre un plus grand nombre d'hommes , il est devenu moins lucratif , on a voulu ne rien négliger.

Cependant, les méthodes d'essayer étoient encore imparfaites il n'y a pas long-temps , & c'est aux travaux de M. Tillet que l'on doit la perfection qu'elles ont acquises : après avoir donné d'abord une méthode certaine de séparer les métaux parfaits des métaux imparfaits , dans plusieurs Mémoires insérés dans le Recueil de l'Académie , années 1760, 1762, 1763 & 1769, il lui restoit pour compléter son Ouvrage , à en donner une de séparer les métaux parfaits l'un de l'autre. Indépendamment de l'intérêt que présente ce phénomène physique de la séparation parfaite , & sans aucune



perte, de deux substances intimément combinées, il résulte de la perfection de ces travaux, une grande utilité politique. Plus le commerce des matières d'or & d'argent s'étendra, plus il sera public & à la portée de tous les hommes; plus aussi les opérations fiscales sur les monnoies deviendront impossibles, plus les spéculations de commerce sur les monnoies deviendront difficiles: or, l'un de ces commerces est utile, puisqu'il tend à satisfaire un besoin plus ou moins réel, & l'autre est nuisible parce qu'il se borne à profiter de l'ignorance ou des préjugés des hommes.

Après avoir placé dans une coupelle un morceau de métal composé d'argent & de métaux imparfaits, on y joint une certaine quantité de plomb; lorsque le mélange est en fusion, on attend le moment où la surface du bouton métallique ne produit plus de vapeurs, on a un bouton d'argent fin, qui est supposé contenir tout l'argent renfermé dans le métal qu'on a voulu purifier, & par conséquent on connoît la quantité d'argent que contient une masse quelconque d'un métal semblable à celui qu'on a essayé; mais le plomb entraîne une partie de l'argent avec lequel on l'a uni, & cette partie dépend de la proportion du plomb employé, de la quantité d'argent que le plomb contenoit lui-même, de la grandeur & de la matière de la coupelle: voilà pourquoi on prescrit la grandeur & la construction de la coupelle, qu'on fixe la quantité de plomb, qu'on n'emploie qu'une espèce de plomb, qu'on peut supposer, sans erreur, ne pas contenir d'argent. Avec ces précautions, un essai bien fait est regardé jusqu'ici comme suffisant dans l'usage ordinaire; cependant, il arrive qu'il reste une petite portion de litharge unie à l'argent, & que le plomb a entraîné dans la coupelle une petite partie d'argent: ces deux quantités peuvent ne pas se compenser. Si donc on veut une exactitude plus grande, il faut tenir l'argent plus long-temps en bain dans la coupelle, y ajouter du plomb à plusieurs reprises; alors le bouton d'argent est aussi pur qu'il peut l'être: mais la quantité que la litharge a entraînée, ne peut plus être négligée;

il faut donc la revivifier, la purifier enfin, & tenir compte du petit bouton d'argent que donne cette nouvelle opération, il faut même en retrancher celui qui se trouvoit dans le plomb qu'on a employé, puisqu'il est très-difficile de se procurer du plomb parfaitement pur. Telle est la méthode pour les essais d'argent, proposée par M. Tillet.

Il restoit quelques nuages sur la méthode d'essayer l'or : dans cette méthode, après avoir séparé de leur alliage les deux métaux parfaits, on les sépare l'un de l'autre par l'opération du départ. Cette opération consiste à mêler à un morceau d'or & d'argent, une quantité d'argent pur, telle qu'après le mélange, le rapport de l'argent à l'or soit à peu-près 2 à 1 : on réduit cette masse en lame, on lui donne la forme d'un cornet, ce cornet se place dans l'eau-forte, & lorsqu'elle cesse d'agir, on fait recuire le cornet qui est supposé alors d'or absolument pur. Des essais faits avec soin, par la même méthode, avec des eaux-fortes de la même force, donnoient des résultats différens, & il falloit démêler la cause de ces variations & les corriger.

M. Tillet imagina de mêler ensemble des quantités déterminées d'or & d'argent, de la pureté desquelles il étoit assuré; d'y unir un peu de cuivre, de traiter ces alliages dont la proportion lui étoit connue, de chercher à séparer l'or & l'argent du cuivre, puis l'or de l'argent, & d'observer dans quelles opérations les résultats de l'expérience différoient de la quantité réelle: il a soumis un grand nombre de fois, aux mêmes opérations répétées, un morceau ainsi allié, tenant compte à chaque fois de la partie de métal parfait entraîné par des coupelles, & presque toujours il a obtenu une quantité de métaux parfaits plus grande qu'elle ne devoit être; enfin, il a vu que dans cette opération, la purification n'étoit point parfaite, que ce défaut ne venoit pas d'une portion de cuivre retenue par l'or, puisqu'on retrouvoit cet excédant lorsqu'on ne traitoit qu'un mélange d'or & d'argent, qu'il falloit l'attribuer à une portion de litharge que l'or retenoit, qu'on parvenoit à l'en séparer par une simple fusion; que

que le moyen de faire un essai plus juste étoit donc d'employer successivement la quantité de plomb , afin d'entretenir le bouton dans une fusion plus longue ; qu'alors , la quantité de fin absorbée par la coupelle , devoit entrer en considération ; qu'ensuite il falloit faire fondre ensemble ces deux produits ; que cette nouvelle fusion augmenteroit la justesse de l'opération.

Il peut y avoir une autre cause d'erreur , le cornet d'or peut retenir une particule d'argent , & cette erreur seroit d'autant plus fâcheuse si elle étoit considérable , qu'il ne s'agit pas seulement ici d'avoir l'or absolument pur , mais de l'avoir pur & tout entier ; & les méthodes de séparation plus rigoureuses que les Chimistes connoissent exposeroient à perdre un peu d'or. Heureusement que lorsque l'opération est bien faite , cette particule d'argent qu'on reconnoît en faisant dissoudre le cornet d'or dans l'eau régale , est trop petite pour être comptée ; on peut donc la négliger & regarder comme exact l'essai par l'opération du départ , fait d'après les principes que M. Tillet a exposés.

L'utilité de ces travaux n'en est pas le seul mérite , ils intéressent les Physiciens en leur offrant le phénomène singulier de substances qui , après avoir subi l'action du feu , celle des agens chimiques , s'être mêlées avec d'autres substances , s'être combinées avec des acides , peuvent s'obtenir pures & sans aucune perte. Il montre que la transmutation que l'augmentation de la quantité de métaux parfaits avoit fait soupçonner , n'est pas réelle , qu'elle est dûe tantôt à l'argent qui reste dans le plomb & dont M. Tillet a montré qu'on pouvoit l'épuiser , tantôt à la litharge qui s'unit opiniâtrément à l'or , mais dont M. Tillet donne dans la Méthode le moyen de la séparer.

L'auteur a joint à ce Mémoire la description des fourneaux qu'il a employés dans son travail , des moyens dont il s'est servi pour augmenter ou pour régler l'activité du feu ; travail utile aux Chimistes parce que la connoissance & la perfection des instrumens est , dans toutes les Sciences , une partie fondamentale , qui n'est ni la moins importante ni la moins difficile.

*Hist. 1776.*

D

## SUR LE ZINC.

V. les Mém.  
P. 563.

**M. DE LASSONE** examine dans ce Mémoire sur le Zinc, la combinaison de ce demi-métal avec l'acide concret du tartre. Si après avoir dissout du tartre dans de l'eau bouillante on y projette, par petites parties, de la limaille de zinc, elle s'y dissout avec effervescence; sept à huit parties d'acide peuvent en dissoudre parfaitement une de zinc, la liqueur est alors parfaitement claire; en la soumettant à l'évaporation, elle prend une couleur citrine de plus en plus foncée, acquiert une saveur désagréable & métallique, & produit de petits cristaux, les uns distincts, les autres adhérens aux parois du verre & rangés sous la forme de barbes de plumes. Dans les cristaux, la combinaison est parfaite, & telle que les alkalis d'aucune espèce ne peuvent séparer le zinc d'avec le tartre.

Si au lieu d'employer ce procédé, on tente d'unir ensemble le tartre & le zinc, par une longue digestion, avec très-peu d'eau, on obtient une masse gommeuse, un peu transparente, fortement gluante, qui (si on cherche à la dissoudre dans l'eau) produit une liqueur laiteuse. Si on prend des fleurs de zinc, au lieu du zinc en nature, il n'y a ni effervescence ni magma gluant, mais on obtient également par la dissolution une liqueur laiteuse: en filtrant l'une & l'autre de ces dissolutions, on a d'abord une liqueur claire qui est la combinaison du tartre avec le zinc ou avec les fleurs de zinc; mais dans le second cas, la quantité de tartre combiné est très-petite: si on examine ce qui reste, on trouve que c'est dans les deux cas une combinaison très-imparfaite de fleurs de zinc & de tartre: si on cherche à dissoudre ce reste dans du vinaigre, on obtient, lorsqu'on a employé des fleurs de zinc, un tartre peu acide coloré, dont la couleur est plus forte lorsqu'on a employé la limaille de zinc. La liqueur laiteuse, dont nous venons de parler, peut former un collyre, utile dans les mêmes cas que les préparations de tutie, & même plus efficace; M. de Lassone en a fait plusieurs essais heureux.

## SUR L'AIR

## CONTENU DANS L'ACIDE NITREUX.

LES substances aëriformes sur lesquelles nous n'avions que des observations isolées, sont devenues depuis quelques années, l'objet des recherches des Chimistes; & elles ont jeté un grand désordre dans les théories les mieux établies & les plus fermement adoptées. En effet, on a reconnu que ces substances, qui au degré de chaleur de l'atmosphère sont dans l'état de fluides expansibles, entroient dans la composition de la plupart des corps solides & fluides; c'étoit donc un nouvel ordre de substances auxquelles il falloit avoir égard dans l'analyse de ces corps.

V. les Mém.  
p. 671.

Ainsi l'on a observé dans les calcinations des métaux, & leur réduction, que l'explication de Staal n'étoit pas suffisante; que les substances métalliques s'unissoient par la calcination, avec une espèce d'air qui s'en dégageoit ensuite dans leur réduction.

Mais cette combinaison des métaux avec un air s'opère de deux manières, ou en exposant ces métaux à l'action du feu, ou en les soumettant à l'action d'un acide; dans cette dernière opération, l'acide disparoit souvent en grande partie; l'on avoit cru qu'il s'échappoit dans l'air en vapeurs: mais depuis que l'on a observé les fluides expansibles, on a cru devoir examiner dans cette occasion avec plus de soin si cet acide n'éprouvoit pas une sorte de décomposition, d'autant plus que si l'on voyoit alors le métal se charger d'air, on voyoit aussi, pendant l'opération, de l'air s'échapper de la dissolution.

La décomposition des acides minéraux, étoit un objet bien digne de la curiosité des Chimistes; M. Lavoisier en a fait l'objet de ses recherches. Ce Mémoire contient l'analyse de l'acide nitreux.

Si on fait dissoudre du mercure dans l'acide nitreux, il s'en dégage d'abord une grande quantité d'air, si on sépare

cet air lorsque la substance qui reste & qui est solide commence à jaunir, & qu'on continue à exposer le mélange au feu, il se dégage encore de l'air, & le mercure reprend sa forme métallique. On a donc tout le mercure qu'on a employé aussi pur qu'après l'opération, & deux fluides aëriiformes très-différens par leurs propriétés; l'un très-propre à la combustion & à la respiration; l'autre qui n'y peut servir : il y faut joindre l'eau qui s'est séparée de l'acide nitreux, & qui se mêle avec celle de l'appareil, mais sans l'altérer. L'acide nitreux paroît donc composé d'eau, & de ces deux fluides aëriiformes. En effet, si on les mêle ensemble, ils se pénètrent réciproquement, & il résulte de leur combinaison de véritable acide nitreux.

Celui des deux airs qui est propre à la respiration & à la combustion, est cet air à qui l'on a donné le nom d'*Air déphlogistiqué*; c'est celui qui se combine avec les métaux pour les changer en chaux. De quelque manière qu'on se le soit procuré, & lors même qu'on n'a employé dans sa formation aucune matière qui contienne de l'acide nitreux, il est propre à reformer cet acide; mais l'autre air n'a encore été produit que par la décomposition de l'acide nitreux, & les Chimistes lui ont donné le nom d'*Air nitreux*.

Il restoit par conséquent une question essentielle à résoudre, l'air nitreux diffère-t-il essentiellement de l'acide nitreux, n'est-il pas de l'acide nitreux réduit à la forme de vapeur, & qui par son mélange avec l'air déphlogistiqué, reprend la forme d'un liquide; mais l'air nitreux ne se mêle point avec l'eau, n'attaque aucune des substances que l'acide nitreux attaque: il paroît donc qu'on ne peut le regarder que comme un des principes constitutifs de l'acide nitreux.

Les expériences rapportées dans ce Mémoire, avoient été faites par M. Priestley; mais l'analyse de ces expériences & les résultats appartiennent à M. Lavoisier.

Il n'a employé dans ces expériences que du mercure, de l'acide nitreux & de l'eau; il en résulte de l'eau qui ne paroît pas altérée, du mercure semblable à celui qui a été employé, & qui n'a perdu que très-peu de son poids, encore cette perte

se retrouve-t-elle dans de petits cristaux mercuriels qui se subliment à la voûte de la cornue ; deux fluides aëriiformes qui combinés entr'eux reproduisent l'acide nitreux ; enfin une petite quantité d'un troisième fluide aëriiforme. Il paroît difficile après cet exposé de se défendre de tirer de cette expérience les conséquences que l'Auteur en a tirées.

---

### *SUR LES GAS AËRIENS.*

CE Mémoire de M. de Laffone renferme une suite d'ex- V. les Mém.  
p. 686.  
périences sur les fluides aëriiformes qui se dégagent de différens mélanges ; ces expériences lui ont fait connoître un air inflammable différent de l'air à qui l'on donne ce nom , cet air brûle comme l'autre, mais il ne détone pas lorsqu'il est mêlé avec l'air commun. C'est la distillation du bleu de Prusse , ou de la chaux de zinc mêlées avec de la poudre de charbon qui fournit cette espèce d'air.

Ces Recherches ne contiennent d'ailleurs que des faits isolés, dont il faut lire les détails dans l'ouvrage même.





## ASTRONOMIE.

V. les Mém.  
P. 457.

LA découverte des taches du Soleil est dûe à Galilée & à l'astronome allemand Jean Fabricius. Tout homme qui observe le Soleil avec une lunette, peut en découvrir les taches. Ce n'est donc pas à celui qui les a vues le premier qu'on doit en attribuer la découverte, mais à celui qui a deviné le premier que ces taches, inhérentes au corps du Soleil, ne doivent leur mouvement apparent qu'à la rotation de cet astre, & donnent en même temps une preuve de ce mouvement & un moyen de déterminer la position de l'axe de rotation du Soleil & le temps de cette rotation : ainsi, l'on doit accorder l'honneur de la découverte à Galilée qui a démontré ces vérités & à Fabricius qui les a soupçonnées, plutôt qu'au Jésuite Scheiner qui les a niées pendant long-temps. C'est ainsi que la découverte des satellites de Jupiter appartient à Galilée, non pour avoir vu de petites Étoiles auprès de cette planète, ce que tout autre eût pu voir comme lui, mais pour avoir démontré que ces petites Étoiles en étoient les satellites. Au contraire, la découverte de l'anneau de Saturne appartient à Huyghens & non à Galilée, parce que Galilée n'avoit fait que voir quelques apparences de cet anneau, & qu'Huyghens en a expliqué les phénomènes. A la vérité, Galilée occupé par d'autres objets, & sur-tout par la nécessité de combattre ses persécuteurs, n'a point déterminé la rotation du Soleil & la position de son axe, c'est Scheiner qui l'a fait le premier en abandonnant sa première hypothèse pour adopter celle de Galilée : ainsi, Scheiner eût pu se faire encore plus d'honneur par ce retour à la vérité, que par son travail, s'il eût eu le courage d'avouer avec franchise ce qu'il devoit à Galilée au lieu



de contester à ce grand homme ses droits légitimes, dans le temps même où persécuté par les confrères & les protecteurs de Scheiner, forcé par ces persécuteurs à une rétractation humiliante pour sauver sa vie. Privé de la liberté & de la vue, il ne devoit attendre de tous ceux qui cultivent les Sciences, que de la pitié, de l'admiration & du respect.

Depuis ce temps, l'opinion de Galilée & de Fabricius a été admise par tous les Astronomes : M. de la Lande rapporte dans ce Mémoire les observations des taches du Soleil qu'ils ont faites, les résultats qu'ils en ont tirés pour déterminer le mouvement rotatoire de cet astre, les méthodes qu'ils ont proposées pour rendre ces déterminations plus faciles & plus sûres ; il propose ensuite sa méthode qu'il regarde comme plus simple & plus facile.

On sait que les taches du Soleil ne sont pas constantes, qu'elles changent de forme, qu'elles disparaissent même, qu'il en paroît de nouvelles qui subissent les mêmes changemens & disparaissent ensuite : les observations de ces taches ont suffi cependant pour déterminer à très-peu-près la position de l'axe du Soleil & la durée de sa rotation. Mais cette rotation est-elle constante comme celle de notre globe ? Peut-on la rapporter à un axe constant ou à un seul axe mobile dans l'espace comme celui de la Terre ? Nous ne pouvons attendre la solution de ces questions que du temps, des travaux continués des Astronomes, de la perfection des instrumens, enfin des circonstances heureuses que la durée des siècles pourra nous offrir.

M. de la Lande propose dans son Mémoire, une hypothèse nouvelle sur la production des taches du Soleil ; il suppose que cet astre est formé d'un noyau solide recouvert par un fluide en fusion ; les pointes des éminences du noyau solide sont tantôt recouvertes de ce fluide, tantôt sont à découvert & moins lumineuses que la matière en fusion, & elles présentent alors sur le Soleil l'apparence de taches obscures : on avoit d'abord regardé ces taches comme des scories dont la matière du Soleil en fusion se débarrassoit, qui ensuite se fondonnent de

nouveau ou se précipitoient, elles restoient immobiles comme un glaçon placé au milieu de la mer, ne seroit pas mu par le mouvement de rotation de la Terre. L'action des Planètes & des Comètes sur le Soleil est si petite qu'elle ne peut produire sur le fluide, dont cet astre est composé ou recouvert, qu'une action insensible; ainsi, la tache ne doit même avoir aucun mouvement apparent: on expliquoit aussi fort aisément dans cette hypothèse, comment l'apparition des taches étoit prompte, comment leur disparition étoit lente.

M. de la Hire avoit proposé un système qui se rapproche beaucoup, quant à l'idée principale, de l'hypothèse de M. de la Lande; les taches étoient, selon lui, les éminences d'un corps solide & permanent, nageant sur la masse fluide dont le Soleil est formé. Enfin M. Wilson regarde les taches du Soleil, comme des cavités formées dans le corps de cet Astre, par une explosion intérieure qui écarte la matière lumineuse dont le corps de l'Astre est recouvert; cette matière remplit ensuite le gouffre, & la tache dispaçoit. Il est vraisemblable que ces trois hypothèses conserveront encore long-temps des partisans, & que nous serons long-temps bornés à faire sur cet objet des conjectures plus ou moins ingénieuses.

M. de la Lande termine son Mémoire par des réflexions sur le déplacement du Soleil; on sait que si le mouvement de rotation lui a été communiqué par une seule impulsion, il n'a pu avoir ce mouvement sur lui-même, sans que son centre de gravité ait reçu une impulsion qui le fasse mouvoir dans l'espace. Mais cette hypothèse est purement mathématique, & l'on peut trouver aussi des moyens d'expliquer le mouvement de rotation d'un corps sans qu'il y ait de déplacement de son centre de gravité. Il suffiroit que le coup qui a imprimé à l'Astre ce mouvement de rotation, n'eût pas été donné à un seul point: hypothèse aussi vraisemblable que l'hypothèse contraire. Le mouvement du Soleil dans l'espace est donc, comme l'observe M. de la Lande, une simple opinion que les observations des Étoiles fixes pourront un jour vérifier.

*SUR*

---

*SUR L'AMPLITUDE DU SOLEIL.*

**M.** LE MONNIER donne dans ce Mémoire, le plan des observations qu'il se propose de faire pour déterminer l'amplitude du Soleil à son coucher dans le temps des solstices; ces observations sont très-difficiles, parce que la réfraction horizontale empêche de voir immédiatement le point du coucher; & qu'il faut de plus pouvoir déterminer l'horizon avec exactitude. M. le Monnier se trouvera placé d'une manière très-favorable, en établissant ses instrumens sur la grande Tour du portail de Saint-Sulpice; & il espère pouvoir tirer alors de ses observations, une détermination plus exacte de l'obliquité actuelle de l'écliptique & de ses variations, élément fondamental de l'Astronomie, sur lequel il importe beaucoup au progrès de cette Science de ne laisser subsister aucun doute.

V. les Mém.  
p. 558.

---

*SUR L'ÉCLIPSE DE LUNE,  
DU 30 JUILLET 1776.*

**C**E Volume renferme des observations de l'Éclipse de Lune, du 30 Juillet 1776, faites à Paris, par M.<sup>rs</sup> de Fouchy, le Monnier, Cassini de Thury, Pingré, Bailly, Jeurat, Messier; & à Périnaldo, dans le comté de Nice, par M. Maraldi.

V. les Mém.  
p. 421, 433,  
436, 438.  
441, 553.

M. Jeurat a joint à son observation deux Mémoires relatifs à la même Éclipse; dans le premier, il compare aux Tables de Mayer & de Clairaut, des lieux de la Lune observés les jours qui ont précédé l'Éclipse; il a aussi comparé aux mêmes Tables les observations de l'Éclipse. En général, les erreurs des Tables sont très-petites, & celles de Mayer semblent répondre encore plus complètement aux observations; mais il faut observer que M. Clairaut a déterminé par la théorie, toutes les équations qui ont servi de fondement à ses Tables, & que

*Hist.* 1776.

E

M. Mayer a employé des observations pour corriger les siennes. Celles-ci doivent donc être plus exactes pour un temps voisin de celui où elles ont été calculées, mais leur avantage pourroit aussi n'être qu'apparent & momentané.

Dans un autre Mémoire, M. Jeurat emploie les observations correspondantes de la même éclipse de Lune, à déterminer la distance en longitude, de Paris à Gréenwich, Rouen & Marseille.

M. le Monnier a joint à son observation, la détermination des Étoiles voisines de la Lune dans le temps de l'Éclipse, & des réflexions sur une Éclipse de Lune, observée en 1668, à Paris par les Astronomes de l'Académie, & à Issy par le célèbre Bouillaud.

On trouve dans le Mémoire de M. Messier, un grand nombre d'observations faites en différens lieux, & qu'il a rassemblées; la détermination des Étoiles voisines de la Lune; l'observation d'Occultations qui ont eu lieu les 25 & 28 Juillet; & celle d'Occultations vues pendant l'Éclipse même.

### *SUR LES SATELLITES DE JUPITER.*

V. les Mém. **M.** MARALDI a donné dans ce Mémoire, les observations  
P. 574. des éclipses des satellites de Jupiter, faites à Périnaldo dans le comté de Nice, pendant l'année 1776.

### *SUR UNE BANDE OBSCURE OBSERVÉE SUR SATURNE.*

V. les Mém. **L**ES bandes de Jupiter, sont bien connues des Astronomes;  
P. 583. mais il est rare de pouvoir en observer de semblables sur Saturne. Jean-Dominique & Jacques Cassini ont cependant publié dans les Mémoires de l'Académie, un nombre assez grand de ces observations; mais il faut d'excellentes lunettes & des circonstances favorables pour que ces bandes soient visibles.

M. Messier qui en avoit aperçu une en 1762, a suivi ces

observations plus long-temps en 1776. Cette année, il a vu une bande située dans la partie supérieure du disque; au lieu que celle de 1762 étoit dans l'inférieure, il a aperçu celle de 1776 la première fois le 14 Mai, & la dernière fois le 24 Juillet, alors elle étoit moins visible, & paroissoit s'être rapprochée du centre de la Planète.

Lorsque M. Messier lut ces observations à l'Académie, M. l'Abbé Rochon dit que depuis plusieurs jours, il observoit la même bande.

### *SUR LA COMÈTE DE 1770.*

CETTE Comète, la onzième de celles qui ont été observées par M. Messier, a été vue à Paris depuis le 14 Juin jusqu'au 8 Octobre, sans autre interruption que celle que le mauvais temps a occasionnée; nous avons parlé dans les Volumes précédens de la manière d'observer les Comètes de M. Messier; ainsi nous nous bornerons à parler ici de ce que cette Comète offre de particulier. Elle a été suivie aussi dans d'autres lieux par d'habiles Observateurs, & les Astronomes qui ont cherché à déterminer les élémens de la Comète, en supposant l'orbite parabolique, n'ont pu en trouver qui satisfissent aux observations, ni pour les différens pays, ni pour la durée de l'apparition; la première irrégularité indiquoit une parallaxe sensible; la seconde indiquoit une orbite qui n'étoit point parabolique. Aussi M. Lexell a cherché les élémens de cette orbite, en la supposant elliptique. M. Messier rend compte ici, avec le plus grand détail, du travail exécuté par le savant Suédois. Si on suppose une période d'environ cinq ans à la Comète, on satisfait aux observations d'une manière très-précise; & M. Lexell prouve que si on suppose la période plus longue que six ans, plus elle augmente au-delà, plus les erreurs deviennent énormes. Une période entre cinq & six ans, est donc celle que les observations ne permettent pas de rejeter; cependant la Comète auroit reparu, ou à la fin de 1775, ou au commencement de 1776, & elle n'a pas été visible; ou

auroit dû également la voir cinq ou six ans auparavant , & on ne l'a point découverte. Cette seconde objection seroit bien foible, si nous ne savions combien il est difficile qu'une Comète échappe à M. Messier. Au reste , M. Messier plus sensible au bien des Sciences qu'au plaisir de jouir de cette singulière prérogative , a publié dans nos Mémoires son secret , qui se réduit à deux points fort simples, parcourir le ciel avec exactitude & très-souvent , & bien connoître les Nébuleuses ; aussi depuis ce temps quelques Astronomes ont-ils précédé M. Messier : mais c'est parce qu'il a voulu l'être.

M. Lexell essaye ensuite d'expliquer la marche irrégulière de la Comète , & il montre qu'avant son apparition , son orbite a dû être altérée par l'attraction de Jupiter , qui pendant une partie du cours de la Comète a eu une force perturbatrice , égale à la 580.<sup>e</sup> partie de la force principale , & qu'après son passage au périhélie , la même Comète ayant été encore plus voisine de Jupiter , a dû souffrir des dérangemens plus grands , puisque la force perturbatrice a été alors la 491.<sup>e</sup> partie de la Planète principale. Il n'y a donc que le calcul de ces perturbations qui puisse apprendre aux Astronomes à quelles causes on doit attribuer cette singularité , que la Comète de 1770 a seule présentée jusqu'ici.

## SUR UNE

## NOUVELLE CONSTELLATION.

V. les Mém. p. 561. **L**ES premières Constellations ont été formées par des Astronomes qui trouvèrent que ces dénominations données à certains groupes d'Étoiles , étoient un moyen simple & commode de les reconnoître ; ils ne classèrent d'abord que celles qu'ils avoient besoin de retrouver , c'est-à-dire , les Étoiles voisines du Pôle & celles qui sont placées dans une bande divisée en deux par l'Équateur , & où l'on peut renfermer les orbites des Planètes : l'étendue de ces constellations ne fut vraisemblablement réglée d'abord que par

des vues astronomiques ou d'après la disposition des Étoiles entr'elles, mais lorsqu'on eut donné des noms à ces constellations, & qu'on eut imaginé de les représenter par des figures analogues à ces noms, ces figures, souvent très-bizarres, servirent ensuite à marquer les limites des constellations. L'espace vide entre le Pôle & le Zodiaque fut divisé plus tard, & le caprice présida encore davantage à cette disposition. La plupart des Étoiles de notre hémisphère sont classées depuis un temps presque immémorial; mais comme une Astronomie très-imparfaite & dépourvue d'instrumens d'Optique, ne pouvoit se servir utilement des petites Étoiles, plusieurs espaces occupés uniquement par ces Étoiles, & dont les Dessinateurs n'avoient pas eu besoin pour placer leurs figures, sont demeurés vides jusqu'ici. M. le Monnier a remarqué un vide sous le bassin de la Baleine, que personne n'avoit pensé à remplir : & cependant ce vide renferme des Étoiles souvent éclipsées par la Lune, & qui peuvent servir utilement, soit à déterminer les longitudes, soit à vérifier la théorie de la Lune. M. le Monnier a déterminé la position de vingt-deux de ces Étoiles, & les a réunies en une constellation. Depuis les premières dénominations qui n'étoient que des figures allégoriques, relatives aux saisons ou aux phénomènes célestes, la superstition & la flatterie avoient rempli le ciel d'une foule d'Animaux, de Rois & de Dieux. M. le Monnier s'est écarté de l'ancien usage, il donne à la Constellation nouvelle, le nom de *Solitaire*, Oiseau de la mer des Indes, dont le Père Pingré a eu occasion de parler dans la relation de son Voyage; c'est un hommage que M. le Monnier a voulu rendre à un sage & savant Solitaire, qui n'a pas cru que des travaux utiles à l'humanité & aux progrès de la raison fussent incompatibles avec la sainteté de son état.

---

LE Mémoire de M. du Séjour, sur l'Inflexion des rayons solaires, n'étant pas encore terminé dans ce Volume, nous en renverrons l'extrait au Volume prochain.

V. les Mém.  
P. 573.



## G É O G R A P H I E.

### *SUR LE CAP DE LA CIRCONCISION.*

V. les Mém.  
p. 665.

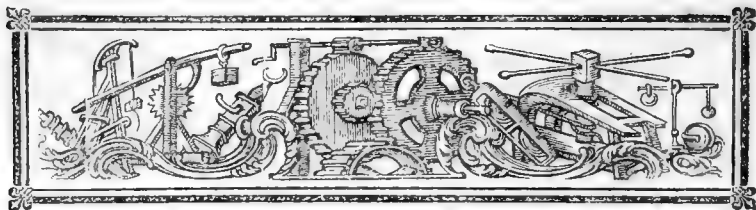
**M. BOUVET**, Navigateur célèbre, découvrit le 1.<sup>er</sup> Janvier 1739, une terre qu'il aperçut également les jours suivans ; il lui donna le nom de *Cap de la Circoncision*, & en fixa la position à 55 degrés de latitude australe, & à 28 degrés  $\frac{1}{2}$  de longitude. M. Cook a parcouru depuis ces mêmes Mers dans ses voyages célèbres, où il a montré à la fois tant d'habileté, d'humanité & de courage ; & où ses soins pour son équipage, si bien couronnés par le succès, & sa conduite envers les habitans des Isles de la mer du Sud, ont fait voir un esprit de justice & de respect pour la Nature humaine, malheureusement trop peu connu jusqu'ici des Navigateurs. Il est impossible de lire la relation de ses voyages, & de la comparer aux relations des voyages du seizième siècle, sans être frappé de la différence de l'homme d'un siècle à celui d'un autre, & sans convenir que la Nature humaine a gagné en Europe en bonté comme en lumières, & même que c'est uniquement aux progrès des connoissances qu'elle doit ce changement heureux.

Parmi le grand nombre d'observations géographiques, dont s'est occupé M. Cook, il n'a pas négligé la recherche du Cap de la Circoncision, & il ne l'a pas retrouvé. M. le Monnier se croit fondé cependant à en soutenir l'existence ; il n'y a aucune raison de soupçonner la bonne foi ou l'exactitude de M. Bouvet ; ainsi il paroît plus simple à M. le Monnier



d'imaginer que M. Bouvet s'est trompé sur la longitude; en effet, on sait que les méthodes qu'on employoit alors n'étoient pas exactes; il y a plus, M. le Monnier examine quelle étoit la déclinaison de l'Aiguille aimantée, observée au Cap de la Circoncision par M. Bouvet, & par la comparaison d'un grand nombre d'observations de l'Aiguille, il cherche quelle a dû être depuis ce temps le changement de déclinaison dans ces parages, & il conclut qu'au temps du passage de M. Cook, la déclinaison devoit être au Cap de la Circoncision, de 10 degrés vers l'Ouest; mais le lieu où M. Cook l'a cherché, avoit une déclinaison de 13 degrés  $\frac{1}{2}$ , & cette différence de 3 degrés  $\frac{1}{2}$  répond, suivant les résultats de M. le Monnier, à plus de 5 degrés de longitude. Il n'est donc pas étonnant que M. Cook n'ait pas trouvé le Cap, puisque c'est à 21 degrés  $\frac{1}{2}$  environ de longitude, à l'Est de l'île de Fer, & non à 28 degrés qu'il faut le chercher.





## MÉCANIQUE RATIONNELLE.

### *SUR DIFFÉRENS POINTS DU SYSTÈME DU MONDE.*

**M.** DE LA PLACE s'est proposé de déterminer dans ces trois Mémoires les oscillations d'un fluide qui recouvre un sphéroïde.

V. les Mém.  
de 1775,  
page 75;  
& 1776,  
pages 177  
& 525.

Il suppose que le sphéroïde diffère très-peu d'une sphère, & que le fluide qui le recouvre n'a qu'une très-petite épaisseur par rapport au rayon du solide. Il suppose encore que ce sphéroïde a un mouvement de rotation uniforme autour d'un axe constant, que la force centrifuge qui en résulte pour toutes les parties du fluide, est très-petite par rapport à la force de pesanteur; enfin, que ces parties obéissent à d'autres forces, telle que l'attraction de différens Astres, mais que ces forces sont très-petites par rapport à la pesanteur, & que le mouvement des Astres est beaucoup plus lent que celui de rotation du sphéroïde.

Les principes mécaniques nécessaires pour trouver les équations de ce Problème sont connus des Mathématiciens, ils ont été donnés par M. d'Alembert, à qui l'on est redevable de la vraie méthode de calculer le mouvement des fluides, & on trouve ces équations réduites en formules dans les Ouvrages de M.<sup>rs</sup> Euler & de la Grange. Les savantes Recherches que les grands Géomètres de ce siècle ont publiées sur le calcul des différences partielles, dont le même, M. d'Alembert, a encore enrichi l'analyse, présentent des moyens de résoudre

de résoudre ces équations, relativement à plusieurs des hypothèses que l'on considère dans ce Mémoire.

Tels sont les secours que M. de la Place a trouvés, comme il a soin d'en avertir lui-même, pour ces recherches importantes qui ne sont pas d'ailleurs de pure curiosité, elles peuvent servir à nous faire connoître les loix des plus grands phénomènes de la Nature, tels que le flux & le reflux de la mer, la précession des équinoxes, les variations de l'atmosphère causées par l'attraction des corps célestes, & c'est aussi relativement à ces phénomènes que M. de la Place a envisagé le Problème qu'il s'est proposé.

Le phénomène du flux & du reflux de la mer, dont Newton a découvert la véritable cause, & sur lequel Maclaurin, Daniel Bernoulli & Euler avoient donné d'excellens Ouvrages en 1740, a été depuis cette époque l'objet des recherches de plusieurs grands Géomètres, mais aucun ne l'avoit considéré dans toute sa généralité, en ayant égard à toutes les causes qui peuvent l'altérer, & personne n'avoit poussé assez loin les recherches sur l'influence de toutes ces causes, pour être à portée de comparer les résultats de la théorie avec les observations. C'est ce que M. de la Place a exécuté.

Lorsque l'on fait entrer dans le calcul du flux & reflux, tous les élémens qui doivent influer sur ce phénomène, on est conduit à des équations aux différences partielles qui ne sont point intégrables par les méthodes connues; mais en observant ces équations, M. de la Place a trouvé ou des hypothèses qui les rendent plus faciles à traiter, & qui sont d'accord avec la Nature, ou quelquefois des formules particulières qui satisfont à ces équations. Cette dernière méthode de les résoudre, paroît assez simple au premier coup-d'œil, elle a cependant des difficultés particulières que M. de la Place a surmontées. En effet, la solution du Problème proposé, unique en elle-même, est nécessairement contenue dans le nombre infini des solutions, dont l'équation différentielle est susceptible. Ainsi, toute solution particulière de cette équation ne satisfait pas au Problème, & il ne s'agit pas de

trouver seulement une formule qui, substituée dans l'équation, y satisfasse, mais une formule qui satisfasse à la fois & à l'équation & aux conditions particulières du Problème. On sent combien la nécessité de remplir ces deux conditions doit rendre l'application de cette méthode délicate, & même sujette à erreur si elle n'étoit pas traitée par des mains habiles.

M. de la Place explique par sa théorie, non-seulement ceux des phénomènes des marées qui avoient déjà été expliqués, mais encore le phénomène singulier de l'égalité presque entière des marées d'un même jour, & il résulte de la même théorie, ce fait confirmé par les observations, que plus les marées sont fortes, plus la différence entre ces deux marées est grande.

La profondeur des eaux de la mer entre dans ce calcul; M. de la Place trouve que pour satisfaire aux phénomènes, cette profondeur doit être à peu-près constante, qu'elle doit être de quatre lieues, au moins, mais qu'avec ces deux suppositions on satisfait aux observations.

Il examine ensuite ce qui doit arriver, si on fait entrer l'effet des mouvemens de la mer dans le calcul de la précession des équinoxes & du mouvement de l'axe de la Terre, c'est-à-dire, si au lieu de regarder dans la solution de ce Problème le globe terrestre comme un solide, on le regarde comme un solide recouvert par un fluide. Il trouve, que si on supposoit la profondeur de la mer très-variable, il y auroit des hypothèses très-naturelles qui donneroient ou la précession des équinoxes nulle, en ayant égard à l'influence de la mer, ou résultante toute entière de cette influence, ou dépendante à la fois de ces deux causes: enfin, cette même constance dans la profondeur de la mer, déjà prouvée par l'égalité des deux marées, rend le mouvement de l'axe de la Terre indépendant de celui du fluide qui la couvre.

En supposant la densité de l'air aux différentes hauteurs, proportionnelle au poids qui la presse, on suppose que l'atmosphère est infinie: mais M. de la Place observe que

comme la densité diminue très-rapidement dans cette hypothèse, on peut encore, en l'admettant, regarder la Terre comme recouverte d'une couche d'air très-petite par rapport au rayon du globe, & par conséquent y appliquer le calcul: il résulte de son analyse, que le mouvement produit dans l'atmosphère, par l'attraction de la Lune & du Soleil, doit être insensible, & ne peut servir à expliquer les vents constants.

M. Daniel Bernoulli avoit examiné les effets des changemens causés par ces astres sur les baromètres, & en avoit donné les loix pour le temps des grandes marées & les différens degrés de latitude; mais il regardoit la Terre comme solide: M. de la Place résout le même Problème en supposant la Terre recouverte par la mer, & ses conclusions s'accordent avec celles de M. Daniel Bernoulli; il trouve de même les variations très-petites & décroissantes de l'Équateur au Pôle, mais il les trouve plus petites; & de plus, il montre que l'abaissement du baromètre par cette cause répond à la plus grande élévation des marées, & réciproquement. Cette partie de son Mémoire est terminée par des détails sur la manière de constater ce fait par des observations.

Nous n'avons point parlé de quelques digressions intéressantes que M. de la Place a insérées dans ses trois Mémoires, digressions qui ont pour objet les conditions de l'équilibre des sphéroïdes, la loi des forces à leur surface, loi qui se trouve indépendante de leur figure, pourvu qu'on la suppose peu différente d'une sphère; enfin, la figure de la Terre & le mouvement des ondes. Tous ces objets sont importans, & il n'y en a aucun sur lesquels M. de la Place n'ait ajouté des recherches & des observations nouvelles à ce qui étoit déjà connu.

### *SUR L'ÉQUILIBRE DES VOÛTES.*

CE Mémoire de M. l'Abbé Bossut, est la suite de deux autres qu'il a insérés dans le Volume de 1774.

V. les Mém.  
P. 587.

L'auteur avoit donné pour les Voûtes en berceau, l'équation de l'équilibre entre les forces perpendiculaires qui agissent sur une voûte, & la courbure de cette voûte; il donne ici la solution du même Problème, pour les voûtes en dôme. L'équation différentielle de ce Problème, s'intègre pour le cas où la pesanteur est constante, & l'équation de la courbe qui par sa révolution produit le dôme, est ici fort différente de la chaînette.

Plusieurs Praticiens avoient cependant supposé, que puisque la chaînette étoit la courbe d'équilibre pour les voûtes en berceau, elle l'étoit aussi dans les mêmes cas pour les voûtes en dôme: & cette fausse supposition, pouvoit avoir des conséquences fâcheuses. Le calcul a souvent prouvé que des analogies qui paroissent les plus fortes ne conduisoient qu'à des erreurs; c'est une raison de conserver quelques doutes sur les résultats des Sciences, où de simples analogies sont presque toujours regardées comme des preuves.

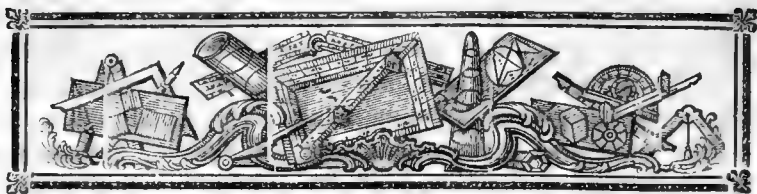
L'auteur a observé que l'objet des constructions, des raisons de convenance ou d'agrément, ne permettent presque jamais de conformer rigoureusement les voûtes à la condition de l'équilibre: d'ailleurs on le tenteroit en vain; des circonstances physiques toujours inévitables altéreroient la précision mathématique. M. l'Abbé Bossut a cru donc devoir considérer la question de la solidité des voûtes, sous un point de vue moins abstrait; on a observé que lorsque les voûtes se rompent par leur propre poids, elles se partagent en trois parties, que la supérieure fait alors une espèce de coin qui tend à renverser les pieds-droits.

M. l'Abbé Bossut a considéré la force qu'il faut donner à un pied-droit, pour résister à cette action & dans le cas des voûtes en berceau, & dans celui des voûtes en dôme; mais il arrive aussi quelquefois, que non-seulement la voûte se fend ainsi en trois parties, mais que les assises des pieds-droits se séparent par l'effet d'une force horizontale qui tend à les rompre.

M. l'Abbé Bossut n'avoit traité de ce cas que pour les

voûtes en berceau, il l'examine ici pour les voûtes en dôme ; ainsi ce Mémoire doit être regardé comme le complément du travail qu'il avoit entrepris sur cette matière. En effet, ce Mémoire renferme ce qui manquoit au premier pour résoudre sur les voûtes en dôme, les mêmes Problèmes, que pour les voûtes en berceau ; l'on peut donc regarder cette théorie comme complète, il n'existe en effet aucune espèce de voûte, qui ne soit, ou d'une de ces espèces, ou composée de parties de voûtes de ces espèces ; & les Problèmes qu'on pourroit se proposer sur les autres voûtes, seroient inutiles dans la pratique.





## M É C A N I Q U E.

V. les Mém. **A**PRÈS avoir donné la description d'un nouveau Moulin  
P. 156. propre à organfiner la soie, c'est-à-dire, à lui donner un  
apprêt qui la rende propre à former la chaîne des étoffes;  
après avoir examiné les moyens de tirer & de filer la soie,  
opération préliminaire à celle d'organfiner, M. de Vaucanson  
traite dans un troisième Mémoire, du choix d'un emplacement  
propre à établir les moulins.

Il préfère un emplacement où l'on puisse employer une  
roue à augets, mue par la chute de l'eau, parce que le mouve-  
ment de ces roues est plus uniforme que celui des roues mues  
par un courant d'eau, & que l'uniformité du mouvement est  
nécessaire pour que l'organfin ait par-tout un même degré  
de tors, & pour qu'aucune secousse ne puisse en cassant les  
fils occasionner des déchets, & détériorer l'organfin en y  
multipliant les nœuds.

M. de Vaucanson exige encore qu'il y ait beaucoup de  
jour dans les salles où sont placés les moulins, afin que le travail  
s'y fasse mieux, & qu'il fatigue moins la vue des Ouvriers;  
il veut qu'il règne continuellement dans le bâtiment où ces  
moulins sont placés, un air tempéré & humide, parce qu'un  
air sec & chaud pourroit faire casser les fils.

Le bâtiment doit avoir deux étages, tant pour ménager  
l'espace, que pour communiquer plus aisément le mouvement  
d'un seul moteur à un grand nombre de machines; mais il  
faut qu'une voûte sépare ces deux étages, parce que le mou-  
vement se communiquant d'un étage à l'autre par des verges  
fort longues, les changemens que subit nécessairement un



plancher d'une certaine étendue, rendroient le mouvement irrégulier.

Enfin pour conserver la fraîcheur dans l'étage supérieur, M. de Vaucanson veut que cet étage ne soit pas immédiatement sous le toit, & qu'il y ait entre deux un autre étage qui peut servir de magasin pour mettre les cocons, mais qui seroit toujours nécessaire quand même il ne serviroit dans l'établissement qu'à prévenir une trop grande chaleur dans l'étage où sont les moulins.

M. de Vaucanson rend compte ensuite de quelques changemens qu'il a faits à ses moulins, & dont l'objet est de remédier d'une manière plus sûre à l'irrégularité de la vitesse des moulins au commencement du mouvement.

La fin de son Mémoire est destinée à répondre à des objections sur la trop grande cherté de l'organasin préparé par sa méthode, à des réflexions sur les défauts de l'emplacement proposé à Romans en Dauphiné; ces discussions sont plus du ressort des Commerçans ou de l'Administration que du nôtre. Nous observerons seulement qu'il n'est pas étonnant qu'il ne règne point un parfait accord sur tous les points entre l'Inventeur d'une machine, qui n'a pour but que la plus grande perfection du produit, le Commerçant qui veut que cette perfection ne soit point achetée trop cher, & l'Administration qui cherche à économiser les fonds publics, & à placer l'emploi de ces fonds dans les pays qui ont besoin de ses secours.





## O U V R A G E S

### P R É S E N T É S À L' A C A D É M I E.

#### P R I X.

L'ACADÉMIE avoit proposé pour le sujet du Prix de 1776 :

*La théorie des perturbations que les Comètes peuvent éprouver par l'action des Planètes.*

Mais aucune des Pièces présentées n'ayant rempli les vues, elle a cru devoir remettre le Prix, & proposer une seconde fois la même Question pour l'année 1778.

LES Arts, dont l'Académie a publié la description, sont au nombre de trois.

Le premier est l'art du *Peignier* ou faiseur de Peignes pour la fabrication des étoffes, par M. Paulet, servant de sixième partie à l'art de la Fabrique des étoffes de soie, du même auteur. L'usage de ces peignes est de serrer les fils de la trame, à mesure qu'on les incorpore avec la chaîne, & de retenir pendant ce temps les fils de la chaîne dans l'ordre convenable ; ces peignes sont de deux espèces, les uns, composés de lames de canne retenues entre des jumelles ou tringles de bois auxquelles elles sont assujetties par des tours de fil poissé, dont la grosseur règle les intervalles des dents ; les autres sont composés de lames d'acier, & ceux-ci sont encore divisés en deux espèces ; dans les uns, les lames sont assujetties avec du fil poissé dans des jumelles, comme  
pour

pour les peignes de canne, & les autres sont à jumelles de plomb fondues : ceux-ci, qui ont été inventés par les Anglois, sont les plus parfaits de tous. M. Paulet entre dans tous les détails nécessaires pour mettre son Lecteur en état de fabriquer ces peignes avec la précision convenable ; moyen sûr de contribuer à la perfection des Étoffes, dont l'égalité du tissu dépend beaucoup de la bonté de cette partie du métier.

Le second est la première section de la première partie de l'art du *Tourneur-mécanicien*, par M. Hullot père, Tourneur-mécanicien, breveté du Roi.

Cette première section contient quelques notions générales de Mathématiques, nécessaires pour l'intelligence de cet art ; la connoissance des bois & des autres différentes matières qui se peuvent travailler sur le Tour, la manière de former les dessins des diverses moulures dont on peut orner les ouvrages ; la description des différens outils qui servent à préparer les matières qu'on veut tourner, comme étaux, scies, bèches, planes, compas de toutes espèces, calibres, vilebrequins, des outils de tour, proprement dits, des *meules* & des pierres propres à les aiguïser : cette partie est terminée par la description du Tour simple, de son pied, de ses jumelles, de ses poupées, des différentes pointes qu'on emploie, des différentes manières de donner avec le pied le mouvement à la pièce qu'on tourne, soit au moyen d'une perche, d'un arc ou d'une roue : l'auteur ne laisse rien à désirer sur cette partie de son art, qui est bien propre à faire souhaiter qu'il en publie promptement la suite.

Le troisième est la quatrième section de la seconde partie de l'art d'exploiter les Mines de charbon-de-terre ou Essai de théorie-pratique sur l'art d'exploiter ces mines ou carrières, par M. Morand. C'est à cette partie que commence, à proprement parler, l'art du *Houilleur* : l'auteur a préparé son Lecteur dans ce qui a précédé, où il a exposé tout ce qui concernoit l'histoire naturelle & le physique de cette matière ; il commence celle-ci par la manière de reconnoître la présence du charbon sous un terrain, & de s'en assurer ; il décrit les instrumens

qui servent à se procurer la manière de se conduire dans ces travaux souterrains, & les instrumens qui y sont propres, les moyens de transporter le charbon dans la mine & de l'en tirer, le danger des vapeurs méphitiques qui attaquent souvent les Ouvriers, les moyens d'éviter ces dangers, & ceux de rappeler à la vie ceux des Ouvriers qui en ont éprouvé les effets, les différentes machines qui ont été inventées pour épuiser les eaux qui se trouvent au fond des mines; il donne même les loix & les réglemens auxquels ces travaux sont assujettis, & l'état des dépenses auxquelles ceux qui veulent exploiter une mine de cette espèce doivent s'attendre. Cette partie est un guide fidèle qui ne permettra pas à ceux qui le consulteront de s'égarer, & peut également satisfaire la curiosité de l'Observateur, & conduire le Praticien dans ses recherches.

---

**M.** SABATIER a publié cette année un *Traité complet d'Anatomie*; Ouvrage qui a le mérite si rare de remplir véritablement son titre.

Les ouvrages sur les Sciences ont eu pendant long-temps une forme plus propre à rebuter la curiosité qu'à la faire naître; il sembloit qu'on voulût éprouver ceux qui se livroient à l'étude, & ne les admettre dans le sanctuaire qu'après avoir exigé d'eux des preuves d'un zèle & d'une patience que rien ne pouvoit lasser.

Les hommes lorsqu'ils se sont écartés du vrai dans un sens, n'y reviennent presque jamais qu'après s'en être écartés encore dans le sens opposé, & c'est ce qui est arrivé ici; la Science cachée autrefois sous des termes inintelligibles & des expressions barbares, a été étouffée depuis par des vains ornemens; **M.** Sabatier a su éviter ces deux écueils: il a eu la sagesse de proscrire les ornemens superflus, mais il a senti que ce n'étoit pas même assez d'être méthodique & clair; que l'élégance & la correction étoient aussi des moyens d'augmenter la clarté, & de rendre la lecture d'un ouvrage moins pénible.

Son Ouvrage est divisé en sept parties; dans la première, il traite des os; dans la seconde, des muscles; des viscères, dans la troisième; des vaisseaux, dans la quatrième; la cinquième, a pour objet les nerfs; la sixième, les glandes, dont il avoit donné la description en parlant des viscères, mais dont il examine en particulier la structure intérieure, & les différentes espèces; enfin, dans la septième, il parle des tégumens. Les descriptions sont faites avec beaucoup de détail & d'exactitude; les explications physiologiques n'y sont pas prodiguées. L'auteur n'a parlé que de celles que leur vraisemblance, le suffrage général des Anatomistes, ou les noms de quelques grands hommes, rendent dignes d'entrer dans le corps de la Science, & son but, du moins à en juger par l'exécution, a été de rassembler beaucoup de faits & peu d'opinions, de ne point épargner les détails & les discussions sur ce qui est vrai, sur ce qui est susceptible d'être prouvé, mais d'être très-court sur tout ce qui n'est encore & ne fera long-temps qu'ingénieux & vraisemblable.

---

LA déclinaison & l'inclinaison de l'Aiguille aimantée varient & dans les différentes parties de la Terre & dans les différens temps: la loi de ces changemens n'a pu encore être assujettie au calcul; mais l'utilité de la recherche de cette loi, l'intérêt de connoître des phénomènes si extraordinaires, la difficulté même qui semble être le premier motif pour des hommes d'un véritable génie, ont engagé plusieurs hommes célèbres à s'occuper de cette matière: M. le Monnier rend compte de leurs recherches & en discute les résultats, dans un Ouvrage intitulé *Loix du Magnétisme*, dont la seconde partie a paru en 1778.

La manière d'aimanter les barreaux, la construction des boussoles de déclinaison & d'inclinaison, les observations anciennes ou nouvelles faites dans des Voyages de long cours, la position des deux Pôles magnétiques dont on a supposé l'existence sur le globe pour expliquer les phénomènes, tels

sont les principaux objets de son Ouvrage. Il s'occupe sur-tout des changemens de position de la ligne sur laquelle les variations sont nulles ; cette ligne change avec le temps ; & les variations de cette ligne sont , en quelque sorte , un point fixe auquel on peut rapporter les changemens que la force magnétique éprouve sur le globe ; & ce seroit déjà un grand pas si l'on pouvoit , soit assujettir au calcul les changemens de cette ligne , soit déduire de la position de cette ligne donnée , pour un instant , la déclinaison ou l'inclinaison des autres lieux de la Terre.

**L**ES Mémoires présentés à l'Académie , & qu'elle a destinés à l'impression , sont au nombre de dix :

Observations thermométriques : Par M. Marcorelle.

Sur la décomposition du Sel marin : Par M. Veillard.

Sur la courbure des surfaces : Par M. Musnier.

Sur les Albâtres : Par M. Forster.

Sur quelques propriétés des solides , renfermées par des surfaces composées de lignes droites : Par M. de Tinseau.

Observations astronomiques , faites à Genève : Par M. Mallet.

Sur la mine de Huelgoat , en basse Bretagne : Par M. du Hamel.

Sur la Météorologie : Par le P. Cotte.

Expériences sur l'air fixe : Par M. le Duc de Chaulnes.

Observations de l'éclipse de Lune , du 30 au 31 Juillet : Par M. Wallot.





## ÉLOGE

DE

*M. LE MARQUIS DE VALLIÈRE.*

**J**OSEPH FLORENT, MARQUIS DE VALLIÈRE, Lieutenant général des Armées du Roi, Gouverneur de Bergues-Saint-Vinox, Chevalier de l'Ordre Royal & Militaire de Saint-Louis, ancien Directeur général du Génie & de l'Artillerie, naquit à Paris, le 22 Juin 1717, de Jean Florent de Vallière, Lieutenant général des Armées du Roi, Directeur général des Bataillons & des Écoles d'Artillerie, Gouverneur de Bergues-Saint-Vinox, Grand-Croix de l'Ordre de Saint-Louis, & de Marguerite Martin.

Il fit ses premières études au Collège de Louis-le-Grand, tenu alors par les Jésuites. Mais nous ne le suivrons pas dans cette carrière qu'il ne parcourut pas même entièrement. Il en sortit à peine âgé de quatorze ans, pour aller aux Écoles d'Artillerie se mettre en état de suivre dignement les traces d'un père dont la gloire, si justement méritée, étoit pour lui un puissant motif d'émulation, l'exemple une leçon toujours présente, & les instructions des moyens sûrs de s'élever aux mêmes honneurs.

Nous passerons aussi rapidement sur tout ce qu'il fit à l'école d'Artillerie & dans les premiers postes où il fut employé, nous nous contenterons de dire qu'il en remplit les devoirs avec la plus grande exactitude. Il se munissoit dans le silence des connoissances nécessaires à son état ; il observoit avec soin les différentes opérations & les différens effets de l'Artillerie, & jetoit, pour ainsi dire, les fondemens des succès brillans qui ont depuis couronné son zèle & ses travaux.

La carrière militaire de M. de Vallière ne commença, à proprement parler, qu'en 1734, en même temps que cette guerre qui acquit la Lorraine à la France: il servit au siège de Philisbourg en qualité de Commissaire extraordinaire. C'étoit devant la même Place que son illustre père avoit fait ses premières armes en 1688. Philisbourg étoit devenu, pour ainsi dire, le berceau de leur gloire, comme Paris avoit été celui de leur famille.

Il fut fait en 1736, Lieutenant provincial d'Artillerie au Duché de Bourgogne, & en 1739, Commissaire provincial. Ce fut en cette dernière qualité que, la guerre éteinte par la paix de 1738, s'étant presque aussitôt rallumée, il servit en 1741, & fit la campagne de Prague. L'Artillerie n'y joua pas le principal rôle; mais la manière avec laquelle il travailla à vaincre les difficultés qui se trouvèrent tant pour la conduire, que pour la ramener, la prudence & l'activité qu'il mit dans toutes les occasions délicates, qui ne se présentèrent pendant cette campagne, qu'en trop grand nombre, la sensibilité qui pénétra plus d'une fois son cœur, véritablement humain, à la vue des fatigues & des misères que nos Troupes eurent à essuyer dans cette expédition, lui firent le plus grand honneur, & méritent bien d'avoir place dans son Éloge. Au retour de cette campagne, il fut fait Lieutenant du Grand-Maître, & servit en cette qualité sous les ordres de M. son père. Il se trouva cette même année à la bataille de Dettinghen.

\* V. Hist.  
l'année 1759,  
page 254.

Nous ne répéterons point ici ce que nous en avons dit \* dans l'Éloge de ce dernier, nous dirons seulement qu'il y commanda la batterie qui étoit à la droite de l'armée, sur le bord du Mein, & que cette batterie fut une de celles qui incommodèrent le plus les Ennemis. Il avoit été, au commencement de la campagne, fait Chevalier de Saint-Louis. Après les preuves de valeur & de capacité qu'il avoit données, personne n'avoit certainement plus de droit que lui à un Ordre uniquement institué pour être la récompense de ces mêmes qualités. L'année suivante, il servit dans l'armée du Rhin, avec le double titre de Lieutenant du Grand-Maître & Brigadier



d'Infanterie ; ce grade lui avoit été conféré au commencement de cette campagne , qui fut terminée par une conquête importante à laquelle il eut la plus grande part.

Le siège de Fribourg ayant été résolu , on crut ne pouvoir mieux en assurer le succès , qu'en y appelant M.<sup>rs</sup> de Vallière. Nous avons dit dans l'Éloge du père , que les pluies continuelles qui inondèrent , presque pendant tout le siège , les travaux , mirent bientôt ce respectable vieillard hors d'état de servir : son fils le suppléa pendant tout le reste du siège , & malgré la longue & vigoureuse défense de la Place & de ses Châteaux , elle fut emportée.

En 1745 , il commanda en second l'Artillerie à tous les sièges de Flandre , & sur-tout à celui de Namur. Cette Place redoutable , qui avoit autrefois arrêté les armes victorieuses de Louis XIV , ne put tenir contre notre Artillerie , & se rendit très-promptement.

Il fit en 1746 tous les sièges de la campagne , & feu M. le Maréchal de Lowendal avouoit hautement qu'il devoit , aux talens , aux soins & à l'activité de M. de Vallière , la rapidité avec laquelle se firent ces conquêtes. Il se trouva dans la même campagne à la bataille de Rocoux , où il rendit les plus grands services.

Au commencement de 1747 , il fut encore nommé pour commander en second l'Artillerie de l'armée de Flandre ; il venoit d'être nommé Maréchal-de-camp & de succéder à M. son père dans la direction générale des Écoles & des Bataillons d'Artillerie ; & ce fut dans cette campagne qu'il eut la plus belle & la plus brillante occasion de signaler son zèle , en contribuant infiniment à la prise de Berg-op-zoom , assiégé par M. le Maréchal de Lowendal.

Nous avons dit dans l'Éloge de ce dernier , que toute l'Europe militaire s'étonna quand on le vit s'attacher à cette Place. Les commencemens de ce siège furent en effet très-lents & très-meurtriers par la supériorité du feu de la Place , que toutes les batteries qu'on avoit établies ne pouvoient éteindre. M. de Lowendal crut avoir une ressource assurée

dans M. de Vallière, & il obtint qu'il vînt prendre la conduite de l'Artillerie du siège.

Dès qu'il y fut arrivé, tout changea de face ; il trouva qu'on avoit rendu le front de l'attaque beaucoup trop étroit, ce qui ne permettoit d'attaquer l'Artillerie de la Place que directement & avec peu d'effet ; il lui donna plus d'étendue, & avec deux seules batteries à ricochet qu'il établit à ses extrémités, il rendit inutiles toutes les bouches à feu qui foudroyoient auparavant les Assiégeans. On dut même en grande partie la prise de cette importante Place, à la fermeté avec laquelle il soutint qu'on devoit attaquer le corps de la Place en même-temps que le ravelin, attaque qui trompa le Commandant Hollandois, parce qu'il ne la croyoit pas possible : tant il est vrai, & sur-tout à la guerre, que les démarches bien combinées, sont d'autant plus proches du succès, qu'elles paroissent plus éloignées de la possibilité !

L'année suivante, après plusieurs marches sagement combinées par M. le Maréchal de Saxe, pour donner le change à l'Ennemi, l'Armée se rabattit sur Maëstrecht, dont on forma le siège. M. de Vallière qui y commandoit en second l'Artillerie, disposa ses batteries de manière que la résistance de la Place n'eût sûrement pas été longue, si la suspension d'armes, qui se fit presque aussitôt, n'eût interrompu le siège & ne lui eût, pour ainsi dire, arraché des mains la part qu'il auroit dû légitimement avoir à la gloire de cette conquête. Il fut élevé dans la même année au grade de Lieutenant général.

Le Roi ayant jugé à propos en 1755 de réunir en un seul les deux Corps de l'Artillerie & du Génie, Sa Majesté chargea M. de Vallière de la direction générale de ces deux Corps réunis. Le Ministère étant changé, on proposa en 1758 une Ordonnance qui, outre la séparation des deux Corps, contenoit plusieurs autres objets sur lesquels on desiroit avoir l'approbation de M. de Vallière ; & pour l'y déterminer, on lui offrit à cette condition le Cordon rouge qu'on savoit qu'il desiroit, avec l'assurance d'avoir incessamment  
la Grande-

la Grande-Croix. Mais M. de Vallière répondit qu'aucune grâce ne pourroit jamais l'engager à approuver ce qu'il croyoit contraire au bien du service. Combien d'autres à sa place eussent saisi l'occasion d'obtenir une distinction qu'il desiroit & qu'il méritoit ! mais il fut toujours inflexible , & jamais il ne s'en montra plus digne qu'en la refusant.

La guerre s'étant rallumée, M. le Maréchal de Richelieu passa à Minorque pour faire la conquête de cette île , & forma le siège du Fort Saint-Philippe. La longue résistance qu'on craignoit , engagea le Gouvernement à y envoyer M. de Vallière, qui, comme on a vu, possédoit l'art d'abrégier les sièges. Il partit en effet pour s'y rendre ; mais il apprit à Lyon qu'une attaque audacieuse combinée & proposée par un Officier général \*, que l'Académie se fait honneur de compter au nombre de ses Membres, avoit hâté la réduction de la Place, & que M. le Maréchal en avoit pris possession au nom du Roi.

La campagne suivante, il commanda en chef l'Artillerie dans l'armée de M. le Maréchal d'Étrées. Ce fut sur-tout à la journée d'Hastembeck qu'il rendit les plus grands services, par le choix réfléchi des divers postes où il établit ses batteries, & par l'activité avec laquelle elles furent servies.

M. le Maréchal d'Étrées ayant quitté le commandement de l'Armée, ce commandement passa successivement à M. le Maréchal de Richelieu, à M. le Comte de Clermont & à M. le Maréchal de Contades. M. de Vallière commanda en chef l'Artillerie sous ces trois Généraux , & ce fut sous le commandement du dernier qu'il arriva une rencontre singulière & trop honorable à M. de Vallière, pour la passer sous silence. L'armée françoise étoit en marche : en approchant du bourg de Frauwillers, elle rencontra celle des Ennemis commandée par le Prince Ferdinand, qui n'eut pas plutôt aperçu les François, qu'il commença à ranger ses Troupes en bataille pour les venir attaquer. M. de Vallière mit une

---

\* M. le Comte de Maillebois.

telle activité dans la disposition de ses batteries, qu'en moins de deux heures, tout le front de l'armée se trouva hérissé d'une nombreuse Artillerie. Cette disposition ralentit l'ardeur du Prince; il craignit, & avec raison, que cette Artillerie si promptement rassemblée, ne portât encore plus promptement dans son armée un désordre irrémédiable; il se replia & poursuivit sa route, sans s'approcher davantage. Cette campagne fut la dernière de M. de Vallière; la Paix qui la lui fit mit des bornes à son zèle, & le força de tenir ses talens dans l'inaction. Ce fut à peu-près dans ce même temps que le Gouvernement de Bergues-Saint-Vinox étant venu à vaquer par la mort de M. son père, le feu Roi le lui donna sur le champ.

Il est aisé de voir combien les occupations de M. de Vallière supposent chez lui de connoissances de Mathématique & de Physique, & combien elles avoient de rapport à celles de l'Académie. Il desiroit avec ardeur d'y venir puiser les principes qui devoient encore étendre ses lumières, & l'Académie souffroit impatiemment de voir sa liste privée d'un nom qui lui étoit devenu si cher. Elle trouva moyen de se l'acquérir en 1761 en lui conférant une des nouvelles places dont le Roi venoit d'augmenter la classe des Associés-Libres.

Il ne jouit pas long-temps tranquillement de cette nouvelle dignité; sa réputation avoit franchi les bornes du Royaume & passé jusque dans les Cours étrangères. Dans la même année où il fut admis à l'Académie, le Roi d'Espagne, actuellement régnant, le fit demander au feu Roi par son Ambassadeur; & le Roi permit à M. de Vallière de se rendre auprès de ce Prince.

Son départ fut accompagné d'une circonstance singulière. M. de Choiseul, alors Ministre, lui offrit de lui faire compter par le Roi tout l'argent nécessaire pour faire ce voyage avec toute la dignité convenable. M. de Vallière ne voulut point accepter cette offre; il répondit que les bienfaits du Roi & son économie l'avoient mis en état de faire son voyage sans être à charge à Sa Majesté, & qu'il la supplioit d'employer

l'argent qu'Elle vouloit lui donner au payement de ceux des Officiers qui en avoient le plus de besoin.

Le Roi d'Espagne n'eut qu'à s'applaudir de la démarche qu'il avoit faite. Dans le court espace de moins de deux ans que M. de Vallière passa en Espagne, il y rendit les services les plus considérables ; arsenaux , manufactures d'armes , poudre , artillerie , fortifications , tout fut examiné avec le plus grand soin ; & ce ne fut qu'après avoir rempli parfaitement toutes les vues du Prince qui l'avoit appelé , & surpassé même son attente , qu'il se prépara à revenir en France. On lui avoit fait en Espagne les propositions les plus avantageuses pour l'engager à s'y fixer ; mais son zèle & son attachement pour son Roi & pour la Patrie les lui firent constamment rejeter. Il refusa de même les sommes considérables dont le Roi d'Espagne voulut reconnoître ses services , & partit emportant avec lui le portrait de ce Prince enrichi de diamans dont il lui avoit fait présent ; une lettre au Roi , dans laquelle il faisoit la mention la plus honorable des services de M. de Vallière ; un titre de Castille sous le nom de Marquis de Vallière , dont le Roi lui fit expédier le diplôme le plus flatteur : titre qui lui fut confirmé en France aussitôt après son retour , & l'estime & l'admiration générale de la Cour d'Espagne & de la Nation.

Le Roi d'Espagne n'avoit pu vaincre la modestie ni le désintéressement de M. de Vallière. Il crut pouvoir les éluder , & fit écrire à M. de Choiseul , par son Secrétaire d'État , une lettre par laquelle il chargeoit ce Ministre d'engager le Roi son cousin à reconnoître en France , par des grâces que M. de Vallière ne pût refuser , les services dont il n'avoit pas voulu recevoir la récompense en Espagne ; cette lettre suffiroit seule pour faire de lui le plus parfait éloge. Don Ricardo Wal y dit formellement qu'il emportoit avec lui l'estime du Roi & celle de toutes les personnes avec lesquelles il avoit eu à traiter , & qu'on avoit sur-tout regardé comme un prodige , qu'un homme pût réunir autant de talens militaires avec autant de modestie. Cette lettre si flatteuse eut l'effet qu'on

en devoit attendre. M. de Vallière qui avoit refusé des récompenses en Espagne, n'en demanda point en France, & continua de ne les solliciter que par ses services. Son désintéressement eut tout lieu d'être satisfait ; car malgré les pressantes recommandations du Roi d'Espagne, il ne reçut aucune grâce.

Cette espèce de refus avoit cependant encore une autre cause. Depuis environ soixante ans, M.<sup>rs</sup> de Vallière père & fils avoient mis tous leurs soins à mettre le Corps-royal d'Artillerie dans le meilleur ordre, & c'est presque entièrement à leur zèle que nous sommes redevables de la supériorité de notre Artillerie sur toute celle de l'Europe. On juge aisément que ce changement si avantageux n'avoit pu s'opérer qu'en assujettissant les Officiers de ce Corps à des réglemens qui ne leur permissent pas de s'écarter du point de vue qu'ils devoient avoir, & qui pussent mettre obstacle aux abus qui s'y trouvoient établis. Ces réglemens si sages ne plurent pas à tout le monde, & les mécontents marquèrent leur mauvaise humeur. M. de Vallière le père en avoit plus d'une fois éprouvé les effets ; mais l'éclat de sa gloire leur en imposoit ; & on n'avoit jusque-là osé agir qu'avec précaution. Ce feu caché plutôt qu'éteint se ralluma dès qu'on vit le fils marcher dignement sur les traces de son père ; & on travailla à le détruire dans l'esprit des Ministres ; il est vrai qu'il donnoit beau jeu à ses ennemis ; il n'avoit nullement l'art de se faire valoir, & ne paroissoit à la Cour que lorsque son devoir exigeoit absolument qu'il y parût. On profita de son absence. La fermeté avec laquelle il refusa toujours de donner la moindre atteinte à ces sages réglemens qu'il regardoit comme l'âme du Corps de l'Artillerie, fut traitée d'opiniâtreté, son exactitude de rigorisme ; il resta long-temps sans pouvoir exercer les fonctions de Directeur général de l'Artillerie ; & ce qui le touchoit encore davantage, ceux qu'il avoit placés participoient à cette espèce de disgrâce. On peut juger aisément du chagrin qu'elle lui causoit : il ne rabattoit cependant rien de son travail ; il en fut la victime, il devint

ſujet à de fréquens maux de tête , & ſa ſanté ſe déranginge entièrement.

A ſon retour d'Eſpagne, ſes amis & ſa famille exigèrent de lui qu'il ſe mariât ; & il épouſa en 1765 , Marie-Louife-Victoire du Bouchet de Sourches , de laquelle il a eu deux enfans , un fils & une fille. Le Roi d'Eſpagne voulut que M. le Comte de Fuentes , alors ſon Ambaſſadeur , tint en ſon nom , ſur les fonts de baptême, Mademoiſelle de Vallière , & envoya à Madame la Marquiſe un magnifique bracelet où étoit ſon portrait : honneur qu'il n'accorde qu'à peu de perſonnes de ſa Cour.

Ce même Prince lui donna peu après une nouvelle preuve de ſon eſtime & de la ſatisfaction qu'il avoit de ſes ſervices, en demandant à la Cour de France qu'il ſe transportât à Naples auprès du Roi des Deux-Siciles , qui deſiroit profiter de ſes lumières. Il fit ce voyage avec le même ſuccès qu'il avoit fait celui d'Eſpagne , & revint en France après avoir ſatisfait à tout ce que ce Monarque exigeoit de lui.

A l'avènement de M. le Marquis de Monteynard au Miniſtère, le Roi ordonna à M. de Vallière de reprendre ſes fonctions de Directeur général de l'Artillerie. Il s'excéda de travail pour éclairer le Miniſtre ſur cette partie : ſes maux de tête devinrent preſque continuels, il ſ'y joignit un crachement de ſang, & on le vit dépérir ſenſiblement.

Malgré cet état fâcheux, une diſpute ſurvenue entre les Officiers d'Artillerie obligea M. de Vallière à reprendre la plume. Il ſ'agifſoit de ſavoir ſi on devoit adopter les pièces courtes & légères à l'exemple de quelques Puifſances de l'Europe. Ces pièces étoient, diſoit-on, bien plus aiſées à conduire que les autres ; elles pouvoient par conſéquent être multipliées ſans augmenter la dépenſe, & le ſervice en étoit plus prompt. M. de Vallière qui n'étoit nullement d'avis de les adopter, conſigna les motifs de ſon refus dans un Mémoire qu'il lut à l'Académie l'année dernière , peu avant les vacances , & que l'importance de la matière a engagé l'Académie à publier dans la ſeconde Partie du volume de 1772.

Il y fait voir par les calculs les plus exacts & les raisonnemens les plus forts, que ces pièces exigent, quoique plus légères, un plus grand nombre de chevaux, à cause des accessoires, & beaucoup plus de munitions; qu'elles ne peuvent, comme les pièces ordinaires, être employées aux sièges; ce qui mettroit dans la nécessité d'avoir deux trains d'Artillerie, un pour les sièges, & l'autre pour la campagne; que leur peu de longueur & leur légèreté mettent obstacle à la justesse du tir, à la force du coup qui devient incapable de ricochets, & à l'étendue de la portée; que leur recul est infiniment plus grand que celui des pièces ordinaires, & peut souvent causer des accidens fâcheux. En un mot tout ce qui a rapport à cet important objet y est soigneusement discuté; & on y reconnoît par-tout le zèle & la supériorité de lumières de l'Auteur.

C'est par ce dernier travail qu'il a fini sa carrière, & l'Académie se glorifiera toujours d'avoir reçu les dernières étincelles de son génie. Il vécut encore quelques mois, souffrant & dépérissant toujours, sans cependant garder le lit ni la chambre. Le 6 Janvier dernier, ayant soupé très-légèrement à son ordinaire, il fut frappé d'un coup de sang qui lui ôta sur le champ la connoissance, la parole, & le mouvement de tout un côté du corps. On tenta, pour le soulager, tout ce qu'on connoît de plus puissant en pareil cas; mais tous les secours furent inutiles; & après avoir languï plus de trois jours sans reprendre la connoissance ni la parole, il mourut le 10 du même mois, âgé d'un peu moins de 59 ans, emportant avec lui les regrets de tous ceux qui le connoissoient.

On trouva à l'ouverture du corps beaucoup de sang épanché dans la tête, & les vaisseaux du cerveau émincés & variqueux. C'est ainsi qu'un homme précieux, que les périls & les fatigues de la guerre avoient toujours épargné, a été enlevé à la patrie dans un âge qui permettoit d'en espérer encore une longue suite de services; & il y a tout lieu de croire que s'il eût vécu plus long-temps, il seroit parvenu aux plus grands honneurs militaires.



M. de Vallière étoit grand & bien fait ; son abord étoit sérieux & froid en apparence ; mais il n'en étoit ni moins sensible , ni même moins gai lorsqu'il se trouvoit avec ses amis ; il étoit compatissant & généreux , sans la moindre prétention , pas même à la reconnoissance. Il avoit eu pour Monsieur son père & Madame sa mère l'amour le plus tendre & le plus soumis. Depuis son mariage il a toujours vécu dans la plus grande union avec la digne épouse que le Ciel lui avoit donnée , & faisoit son unique amusement de l'éducation des deux enfans qu'il en avoit eus. Il eût été bien à désirer qu'il eût pu la leur continuer plus long-temps ; mais il leur a laissé son sang , ses exemples , & une mère capable de les animer à les suivre.

Il étoit extrêmement doux & humain avec ses domestiques , aussi en étoit-il tendrement chéri. Le héros , à la tête des armées , ne se démentoit point avec son valet-de-chambre ; jamais personne n'a été plus ennemi du faste & de l'ostentation. Cet homme couvert , aux yeux de toute l'Europe , de la gloire la plus éclatante , sembloit être le seul à l'ignorer : il étoit toujours vêtu simplement , alloit le plus souvent à pied , & ne recherchoit aucune distinction. Cette simplicité si précieuse , & cette modestie qui avoit étonné la Cour d'Espagne , avoient leur source dans une vertu encore plus estimable , dans l'humilité chrétienne.

Il possédoit souverainement ce qu'on nomme à la guerre le coup-d'œil ; toutes les circonstances accessoires se combinoient avec rapidité dans sa tête ; & il savoit en tirer des conclusions si certaines , qu'on l'a vu souvent combattre des reconnoissances faites , à ce qu'on croyoit , avec soin , par des conjectures tirées de ses observations , & avoir raison. Ce talent si précieux lui épargnoit les tentatives inutiles , & on pouvoit être assuré que les routes qu'il prenoit , les postes qu'il occupoit , & l'emplacement de ses batteries étoient toujours les plus avantageux qu'on eût pu choisir.

Il ne connoissoit pas l'oisiveté du camp : jamais occupé de plaisirs , ni d'intrigues , son amusement ordinaire étoit de

se promener avec quelques Officiers d'Artillerie dans les environs. Il examinoit, dans ces promenades, par où l'Artillerie pourroit aller, de quelque côté qu'on voulût diriger sa marche; par où l'ennemi pouvoit venir, & où l'on pouvoit placer le plus avantageusement les batteries pour l'en empêcher: c'étoit par ce moyen qu'il étoit toujours prêt à tout événement, & qu'on ne l'a jamais vu réduit à délibérer quand il falloit agir.

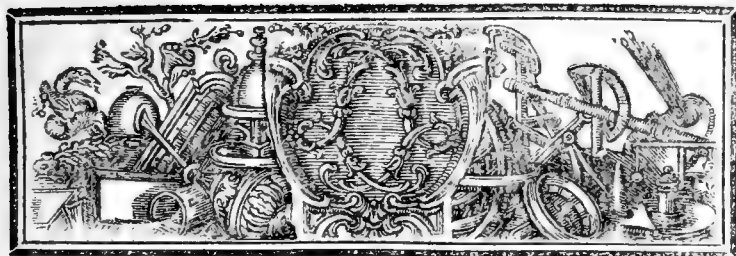
Dans l'action la plus vive, il conservoit un sang-froid inaltérable, il sembloit ne voir le péril que pour prendre le meilleur parti qui restoit à prendre. Jamais il n'évita d'aller dans les endroits les plus dangereux quand son devoir l'y appela; mais jamais aussi il n'affecta la ridicule bravoure de s'exposer sans nécessité; il savoit que si le véritable brave ne doit jamais craindre de perdre la vie, il doit toujours appréhender de perdre sa mort.

Personne ne fut jamais plus éloigné que lui d'abuser de sa place pour s'enrichir; il pouvoit disposer de gros fonds; il jouissoit de bienfaits du Roi très-considérables, & cependant il n'a laissé en mourant qu'une fortune médiocre.

Sérieusement occupé dès sa jeunesse, il n'a pas eu le temps de se déranger; il aimoit la vertu pour elle-même, & il la voyoit avec autant de plaisir dans les autres, qu'il en avoit à la pratiquer lui-même: aussi y en a-t-il peu dont il n'ait donné des exemples.

La place d'Associé-Libre que M. de Vallière occupoit parmi nous a été remplie par M. le Comte de Milly, Colonel de Dragons.





M É M O I R E S  
 D E  
 MATHÉMATIQUE  
 E T  
 D E P H Y S I Q U E,  
 T I R É S D E S R E G I S T R E S  
*de l'Académie Royale des Sciences.*  
 Année M. DCCLXXVI.

---

M É M O I R E  
 S U R L E F R O I D E X T R A O R D I N A I R E  
 Q U E L ' O N R E S S E N T I T À P A R I S,  
 D A N S L E S P R O V I N C E S D U R O Y A U M E,  
 E T D A N S U N E P A R T I E D E L ' E U R O P E,  
*Au commencement de cette année 1776.*

Par M. M E S S I E R.

**L** E Froid de cette année 1776, a été long & très-grand; il peut être comparé aux plus grands froids qui ont été observés à Paris jusqu'à présent : sa durée a été depuis le 9  
*Mém. 1776.* A

Là dans les Assemblées depuis le 11 Déc. 1776 jusqu'au 19 Mars 1777.

de Janvier jusqu'au 2 du mois de Février matin, ce qui fait vingt-quatre jours sans que le thermomètre ait remonté au-dessus de zéro dans les degrés de dilatation. Il geloit à toutes les heures du jour & de la nuit; le froid alloit en augmentant; mes thermomètres, au nombre de huit, étoient placés dans différens endroits & à différentes positions: j'en parlerai dans le compte que je rendrai du degré de froid que j'ai observé, après avoir exposé ici le détail & les recherches que contient ce Mémoire.

Ce Mémoire contiendra les Articles suivans:

ARTICLE I.<sup>er</sup> La construction & la division des échelles de mes thermomètres qui ont servi à connoître le froid de cette année.

ART. II. Les observations du froid, faites à Paris à l'Observatoire de la Marine, hôtel de Clugny, & à une des croisées de mon appartement.

ART. III. Des observations sur la chaleur du Soleil, comparées aux degrés de froid observé.

ART. IV. Des observations sur le refroidissement des appartemens avec le froid extérieur.

ART. V. Des observations sur l'inégalité du froid à différentes hauteurs.

ART. VI. La mesure de mes thermomètres, rapportée à une mesure connue, au moyen de laquelle on pourra reconnoître ces instrumens & les reconstruire à l'avenir, pour ne pas perdre le degré de froid observé cette année, comme celui de 1709 l'a été au thermomètre de M. de la Hire.

ART. VII. Détails d'expériences & de comparaisons de plusieurs thermomètres, pour connoître leur bonté, & ce qu'ils devoient donner pour le degré de froid de 1776, avec des observations sur le froid prématuré & extraordinaire, ressenti dans les Vosges, au mois de Novembre 1774.

ART. VIII. Un examen & des observations sur la température des caves de l'Observatoire royal, & de celles de l'hôtel de Clugny.

ART. IX. Des observations & remarques sur la difficulté

qu'a eu la rivière de Seine, de charier & de se geler ; sur la durée de ses glaces, des vapeurs & fumées qui sortoient de ses eaux pendant la gelée.

ART. X. Les effets du froid de 1776.

ART. XI. Recherches des froids, moins considérables que celui de cette année, & pendant lesquels la rivière de Seine charia des glaçons & se gela, ayant égard à la hauteur des eaux de la rivière.

ART. XII. Recueil des observations du froid de 1776, observé dans différentes Provinces, extrait des lettres de ma Correspondance & des papiers publics.

ART. XIII. Recherches sur le froid de 1709.

Et deux Planches ; la première représente la rivière de Seine, ses parties gelées, avec celles qui ne l'ont pas été.

La seconde, le dessin de deux de mes thermomètres, n.<sup>os</sup> I & II, au mercure, dessinés exactement de grandeur naturelle, avec une boîte qui les contient.

Ce Mémoire contiendra beaucoup de détails sur les objets que je viens d'exposer ; mais considérant qu'un jour, un hiver semblable, & même plus rigoureux encore peut arriver, alors on recherchera avec soin tout ce qui aura été observé, & l'on sera peut-être bien aisé de trouver dans ce Mémoire les détails qu'il contiendra, pour pouvoir les rapprocher & les comparer ensemble, alors rien n'y paroîtra inutile, parce que ces observations seront comme le seul terme de comparaison, pour déterminer le plus ou le moins de degré de froid, les causes & les accidens qu'un hiver aussi rigoureux peut occasionner, & c'est ce qui m'a déterminé à entrer dans tous ces détails, pour mettre à l'avenir les Observateurs à portée de pouvoir juger du froid du commencement de cette année, avec les froids à venir. J'ai senti, en composant ce Mémoire, combien j'avois besoin de détails & de circonstances sur l'hiver mémorable de 1709, pour le comparer à celui de cette année, & même avec celui de 1740. Tout ce qui en a été publié, ne m'a point satisfait, & c'est ce qui m'a engagé à étendre ce Mémoire & à entrer dans beaucoup de détails.

*Construction & division des échelles de mes Thermomètres, qui ont été employés à connoître le froid de cette année 1776.*

Je désignerai ces différens thermomètres, dans les Tables & dans le discours de ce Mémoire, par les n.<sup>os</sup> I, II, III IV, &c.

En Octobre 1775, je fis construire par Assie-Pélica, quatre thermomètres; deux au mercure, les deux autres à l'esprit-de-vin; au lieu de boules, je fis faire des spirales qui ont l'avantage sur les boules de diviser la liqueur, & de les rendre extrêmement sensibles au moindre changement de l'atmosphère & du vent. Je pris un soin particulier de ces quatre instrumens, je calibrai moi-même les tubes, choisis dans un grand nombre d'autres tubes, & j'en trouvai les calibres parfaits; j'en fis remplir deux de mercure revivifié du cinabre, & les deux autres à l'esprit-de-vin rectifié, de couleur rouge, & de 38 degrés, suivant le pèse-liqueur de M. Baumé; je mis à la glace fondante ces quatre thermomètres ensemble, pour en bien déterminer le point de zéro, ou celui de la première congélation (a); après cette opération, je mis les deux thermomètres au mercure à l'eau bouillante, le baromètre étant à 28 pouces, j'y donnai tous mes soins, & je marquai le point de l'eau bouillante, que je fixai à 85 degrés, j'avois préféré cette division à celle de 80, comme s'accordant mieux avec la marche des thermomètres à l'esprit-de-vin rectifié, & qu'en Angleterre, cette division est aujourd'hui fort en usage. Ces deux points; celle de la glace & de l'eau bouillante, me donnèrent la division des échelles de ces deux thermomètres en degrés égaux, que je divisai moi-même : leurs échelles étoient fi

---

(a) Il faut avoir attention que quand l'on met un thermomètre à la glace fondante, de le faire descendre dans la glace jusqu'au zéro, & dans l'eau bouillante jusqu'à 80 degrés.

égales que de zéro à 85 degrés, il n'y avoit entr'elles qu'un degré de différence, de manière que l'échelle de l'un de ces thermomètres pouvoit être remplacée par l'échelle de l'autre, ou devenir commune aux deux ; l'un de ces thermomètres avoit pour échelle de chaque côté du tube, celle de M. de Reaumur ; le second pour échelle, d'un côté, celle de M. de Reaumur, & de l'autre côté celle de Fahrenheit ; ces deux thermomètres au mercure bien gradués, servirent d'Étalon pour régler les deux autres thermomètres à l'esprit-de-vin rectifié, qui ne portoient ni l'un ni l'autre l'eau bouillante ; le point de zéro ou de la congélation y fut déterminé, en les mettant à la glace pilée & fondante avec les deux autres au mercure. Pour avoir d'autres points pour la division des échelles de ces deux thermomètres, je pris un bain d'eau tiède, dans lequel je plongeai les quatre thermomètres, ce bain ayant fait monter les deux thermomètres au mercure au-delà de 40 degrés de dilatation, j'attendis que les colonnes descendissent à 40 degrés juste, ce qui se fit lentement par le refroidissement du bain, & je marquai par le moyen d'un fil, sur les thermomètres à l'esprit-de-vin, le point de 40 degrés que donnoient alors ceux au mercure ; j'opérai de la même manière pour 20 degrés. Les trois points déterminés, savoir le zéro, ou la congélation, 20 & 40 degrés de dilatation, me donnèrent la division des échelles de ces deux thermomètres en parties égales.

Les quatre autres thermomètres que j'avois employés aux observations du froid, étoient à l'esprit-de-vin.

*Détails des huit Thermomètres désignés par des Numéros.*

- N.º I.** Thermomètre au mercure spirale, portant l'échelle de M. de Reaumur de chaque côté du tube ; de la glace à l'eau bouillante 85 degrés ; les degrés de dilatation s'étendoient jusqu'à 100, & ceux de condensation jusqu'à 50.
- N.º II.** Au mercure spirale, avec l'échelle de M. de Reaumur d'un côté du tube, portant comme le n.º I, 100 degrés de dilatation, & 50 de condensation. La marche de ces deux

thermomètres est assez remarquable par leurs échelles qui ne diffèrent entr'elles que d'un degré de la glace à l'eau bouillante, & de deux degrés seulement sur la totalité qui est de 150 degrés; c'est l'échelle du thermomètre n.<sup>o</sup> I, qui s'étend plus que celle du thermomètre n.<sup>o</sup> II; de l'autre côté du tube du n.<sup>o</sup> II, étoit l'échelle de Fahrenheit, le 32.<sup>me</sup> degré répondoit à la glace ou à zéro de l'échelle de M. de Reaumur; 212 pour l'eau bouillante, & le zéro de Fahrenheit, ou son froid artificiel répondoit à 15 degrés de condensation de l'échelle de M. de Reaumur: cette échelle de Fahrenheit, s'étendoit jusqu'à 245 degrés, & 75 au-dessous de zéro, de son froid artificiel.

N.<sup>o</sup> III. A l'esprit-de-vin rectifié, spirale, le tube calibré, mis à la glace fondante, & réglé dans les degrés de dilatation sur les deux thermomètres au mercure, par le moyen d'un bain d'eau tiède, comme je l'ai déjà rapporté; ce thermomètre portoit d'un côté du tube, l'échelle de M. de Reaumur, divisée de demi-degré en demi-degré, elle s'étendoit depuis zéro ou la congélation jusqu'à 46 degrés de dilatation, & dans les degrés de condensation jusqu'à 18; de l'autre côté du tube étoit l'échelle de M. de l'Isle; 153 degrés répondoient au zéro de M. de Reaumur, cette échelle commençoit à 70 degrés, & s'étendoit jusqu'à 185, l'échelle divisée de degré en degré.

N.<sup>o</sup> IV. A l'esprit-de-vin rectifié, spirale, calibré, mis à la glace fondante, & réglé comme le précédent, portant d'un côté du tube l'échelle de M. de Reaumur, divisée de demi-degré en demi-degré, elle s'étendoit dans les degrés de dilatation jusqu'à 50 degrés, & jusqu'à 22 dans ceux de condensation; de l'autre côté du tube étoit l'échelle de Fahrenheit, divisée de degré en degré, le 32.<sup>me</sup> répondoit au zéro de l'échelle de M. de Reaumur, elle s'étendoit jusqu'à 139 degrés au-dessus du zéro ou du froid artificiel, & 13 degrés au-dessous. Le zéro répondoit à 15 degrés  $\frac{1}{8}$  de l'échelle de M. de Reaumur, dans les degrés de condensation.

Ces quatre thermomètres étoient contenus, chacun dans une boîte particulière, ouverte par-derrrière, pour laisser apercevoir la spirale de chacun, & pour que l'air ou le vent les frappe & les traverse dans le pourtour, moyens sûrs de rendre la liqueur plus sensible aux différentes tempéries de l'air & aux vents.



- N.<sup>o</sup> V. A l'esprit-de-vin, construit en 1767, par Gafu, la boule plate, portant l'échelle de M. de Reaumur, qui s'étendoit dans les degrés de dilatation jusqu'à 94 degrés, & jusqu'à 38 dans ceux de condensation.
- N.<sup>o</sup> VI. A l'esprit-de-vin, construit en 1768, par André Bourbon, la boule en olive, avec l'échelle de M. de Reaumur, portant 56 degrés de dilatation, & 29 de condensation.
- N.<sup>o</sup> VII. A l'esprit-de-vin, construit par Louis-Clovis Potier, renfermé dans un cylindre de verre, avec l'échelle de M. de Reaumur, 42 degrés de dilatation, & 28 de condensation.
- N.<sup>o</sup> VIII. A l'esprit-de-vin, construit en 1775, par Assie-Pélica, divisé & réglé par moi, sur les deux thermomètres au mercure n.<sup>os</sup> I & II, portant l'échelle de M. de Reaumur, 50 degrés de dilatation, & 16 de condensation; renfermé comme le précédent, dans un cylindre de verre; le cylindre n'avoit que 2 pouces & demi de longueur, sur 5 lignes de diamètre extérieur, le verre épais d'un quart de ligne.

Un fait assez intéressant qui concerne ce dernier thermomètre, mérite d'être rapporté ici; ce thermomètre étant placé dans le cylindre de verre, pour le sceller par le bout, il fallut le mettre au feu de la lampe, comme il étoit fort court, il s'échauffoit de manière qu'on ne pouvoit le tenir à la main; l'Artiste l'enveloppa d'un linge mouillé; quand il fut soudé, le linge ôté, une humidité parut dans l'intérieur du tube contre les parois; la même chose eut lieu dans une seconde expérience; & à cette occasion, je rapporterai les faits suivans: on lit dans les nouvelles de la république des Lettres; & M. l'abbé Nollet citoit tous les ans ce fait dans ses Cours au Collège de Navarre:

Qu'on trouva au fond d'un puits, qu'on écuroit dans un couvent de Religieuses à Turin, la tige creusée d'un verre à boire remplie d'une liqueur transparente comme de l'eau, qui paroissoit ne pouvoir y être entrée que par les pores. Voyez *Mémoires de cette Académie, année 1749, page 462, & la planche XIII.*

On lit dans le Journal de Trévoux (1742) qu'en 1740, au mois de Juillet, on jeta en mer de dessus un Vaisseau, nommé la *Sageffe*, une bouteille de gros verre; portée à

trente brasses, elle en revint dans le même état; rejetée à quarante brasses, on la retira pleine d'eau; mais le bouchon étoit en dedans.

Nouvellement bouchée avec un bouchon neuf, assujetti avec un fil de fer, de la même manière qu'on ficelle en Angleterre les bouteilles de bière & de cidre, & rejetée à la même profondeur, on la retira pleine d'eau jusqu'à quatre doigts au-dessous de son goulot, & le bouchon étoit dans le même état où on l'avoit mis.

## ARTICLE II.

*Contenant les OBSERVATIONS DU FROID, faites à Paris, à l'Observatoire de la Marine, hôtel de Clugny, & à une des croisées de mon appartement.*

Froid observé au thermomètre au mercure, n.<sup>o</sup> I. Ce thermomètre étoit placé à la croisée d'une de mes chambres, élevé de 20 pieds au-dessus du rez-de-chaussée, exposé à l'Est, donnant sur la cour de l'hôtel de Clugny, masqué par la seconde aile de cet Hôtel, à la distance de 96 pieds, & le Nord-est par mon Observatoire à 66; cette position du thermomètre n'étoit pas favorable à pouvoir y observer le plus grand degré de froid; d'autres positions auroient été plus avantageuses; ce thermomètre commença à descendre à la glace, le 9 Janvier au soir, & je continuai d'observer, dans la position que je viens de décrire, les degrés de froids jusqu'au 20 Janvier, que je le déplaçai, pour le mettre à une position plus avantageuse, en le plaçant à mon Observatoire; j'en rendrai compte, & en attendant, je rapporterai ici les observations faites à ce thermomètre, depuis le 9 Janvier jusqu'au 20 du même mois, dans la position à la croisée d'une de mes chambres à l'Est, & donnant sur la cour de l'hôtel de Clugny.

## TABLE I.

TABLE I. Observations du Froid au Thermomètre, n.<sup>o</sup> I,  
à la croisée d'une de mes chambres.

1776.	HEURES du JOUR.	BARO- MÈTRE.	THERM. N. <sup>o</sup> I.	HAUT. de la Rivière.	VENTS.	ÉTAT DU CIEL.
	Heur.	Fouc. Lignes.	Deg.	Pieds Po.		
Janv. 9	soir 10 $\frac{1}{4}$	27. 9,5	— 0	5. 6	N. E.	ciel couvert; l'après-midi de même.
10	mat. 8	27. 9,10	— 1 $\frac{1}{4}$	5. 9	N. E.	couvert; de même la nuit dernière.
	soir 1	27. 10,0	— 1 $\frac{1}{4}$	.....	N. E.	couvert; la matinée de même.
	soir 10 $\frac{1}{4}$	27. 10,0	— 2	.....	.....	couvert toute la journée.
11	mat. 8	27. 9,0	— 1 $\frac{1}{4}$	5. 9	S. E.	couvert & la nuit dernière. Cette nuit, le feu brûle le Palais.
	midi	27. 8,6	— 1 $\frac{1}{4}$	.....	S. E.	couvert, & du brouillard la matinée.
	soir 9 $\frac{1}{4}$	27. 6,6	— 1 $\frac{1}{4}$	.....	.....	neige, & l'après-midi pour la première, 1 pouce 8 lignes de tombée.
12	mat. 7 $\frac{1}{4}$	27. 3,8	— 0	5. 6	S. E.	neige, & la nuit dernière 1 pouce. 10 lign.
	soir 1	27. 3,0	— 0 $\frac{1}{2}$	.....	S. E.	couv. un peu de pluie la matinée & neige.
	soir 11	27. 2,2	— 0	.....	.....	pluie, neige l'après-midi, 6 lignes; point de soleil pendant la journée.
13	mat. 7 $\frac{1}{4}$	27. 1,7	— 0 $\frac{1}{2}$	5. 5	N. E.	couvert; la nuit pluie fine & neige 6 lignes.
	midi 7 $\frac{1}{4}$	27. 2,0	— 0	.....	N. E.	couv. également de brouillard élevé; petite pluie de brouillard.
	soir 11	27. 3,11	— 1 $\frac{1}{4}$	.....	.....	couvert & l'après-midi; neige le soir, du brouillard; point de soleil.
14	mat. 7 $\frac{1}{4}$	27. 4,11	— 3	5. 4	N. E.	couvert également de brouillard élevé, neige fine la nuit 6 lignes.
	midi 3 $\frac{1}{4}$	27. 5,6	— 1 $\frac{1}{4}$	.....	N. E.	couvert, & la matinée.
	soir 10	27. 6,41	— 3 $\frac{1}{4}$	.....	.....	couv. de brouill. élevé; de même l'apr. midi
15	mat. 8	27. 8,4	— 7	5. 3	N. E.	ciel se découvre de brouillard; brouillard la nuit dernière.
	midi 1 $\frac{1}{4}$	27. 9,0	— 4	.....	N. E.	en grande partie ferein, & la matinée.
	soir 10	27. 9,6	— 6	.....	.....	couvert également de brouillard élevé; partie ferein l'après-midi.
16	mat. 8	27. 9,2	— 5 $\frac{1}{2}$	5. 2	N. E.	couv. en grande partie, & la nuit dernière.
	midi 1 $\frac{1}{4}$	27. 9,5	— 3	.....	N. E.	couvert; de même la matinée.
	soir 10 $\frac{1}{4}$	27. 9,3	— 5 $\frac{1}{2}$	.....	.....	couv. peu de soleil l'après-midi & peu de v.
17	mat. 8	27. 9,7	— 8	4. 9	N. E.	couvert en grande partie; couvert la nuit dernière & peu de vent.
	midi 1 $\frac{1}{4}$	27. 9,7	— 5	.....	N. E.	couvert en partie, & la matinée.
	soir 10 $\frac{1}{4}$	27. 9,10	— 7 $\frac{1}{2}$	.....	.....	couvert en partie l'après-midi; la rivière ne charie pas encore.
	soir 11	27. 10,0	— 9 $\frac{1}{4}$	.....	.....	ferain depuis demi-heure.
	soir 11 $\frac{1}{4}$	27. 10,0	— 8	.....	.....	couvert également dans le moment, & le thermomètre remonté de 1 $\frac{1}{2}$ .
18	mat. 8	27. 10,8	— 5	4. 5	N. E.	couv. également de brouillard élevé, & la nuit dernière depuis 1 $\frac{1}{2}$ h.
	midi	27. 11,0	— 3	.....	N. E.	couv. de même, & la matinée.
	soir 10 $\frac{1}{4}$	27. 11,7	— 3	.....	.....	couv. de même & l'après-midi; la rivière ne charie pas encore.
19	mat. 8	27. 11,3	— 4 $\frac{1}{2}$	4. 0	N. E.	couv. de même, & la nuit der. brouill. élevé.
	midi 1 $\frac{1}{4}$	27. 11,2	— 4 $\frac{1}{2}$	.....	N. E.	ferain, & depuis 9 $\frac{1}{2}$ mat. la riv. com. à char.
	soir 11	27. 10,4	— 8 $\frac{1}{2}$	.....	.....	nuages rares, ciel gris, de même l'apr. midi.
	soir 11	27. 10,4	— 9 $\frac{1}{2}$	.....	.....	therm. n. <sup>o</sup> V, placé à mon Observ. au nord.

Ayant reconnu, par ces observations, que le froid alloit en augmentant, & que la différence du froid observé au thermomètre *n.º I*, placé à la fenêtre d'une de mes chambres, & un second thermomètre *n.º V*, placé à mon Observatoire au nord, donnoit 1 degré  $\frac{1}{4}$  de différence pour la position de ces deux instrumens, comme on peut le voir par les deux observations du 19 de la *Table I*; je me déterminai à placer à mon Observatoire plusieurs thermomètres dans la position la plus avantageuse à y recevoir le plus grand degré de froid. J'en parlerai après avoir rapporté ici une seconde Table du froid observé à plusieurs thermomètres qui étoient restés à la même croisée d'une de mes chambres, savoir, les thermomètres *n.ºs II & III*, depuis le 20 Janvier jusqu'au 28 matin, & le *n.º VI* jusqu'au 30 à 9 heures du soir.

TABLE II. *Observations du Froid aux Thermomètres, n.ºs II, III & VI, à la croisée d'une de mes chambres.*

1776.	HEURES		THERMOMÈTRE		THERMOMÈTRE		THERMO
	du		N.º II.		N.º III.		MÈTRE
	J O U R.						N.º VI.
			Reaumur.	Fahrenh.	Reaumur.	De l'Isle.	
		Heures.	Deg.	Deg.	Deg.	Deg.	Deg.
Janv.	20	mat. 7 $\frac{1}{2}$	— 11	8 $\frac{3}{4}$	— 10	170 $\frac{1}{4}$	— 12 $\frac{1}{2}$
		soir 11	— 9	13	— 8 $\frac{1}{4}$	167 $\frac{3}{4}$	— 9 $\frac{1}{2}$
	21	mat. 7 $\frac{1}{2}$	— 9 $\frac{3}{4}$	11 $\frac{1}{2}$	— 9	169	— 10 $\frac{1}{2}$
		soir 10	— 8	15 $\frac{1}{3}$	— 8	167 $\frac{1}{3}$	— 9
		minuit $\frac{1}{2}$	— 9 $\frac{1}{2}$	12	— 8 $\frac{3}{4}$	168 $\frac{1}{4}$	— 10
	22	mat. 7 $\frac{1}{2}$	— 9 $\frac{1}{2}$	12	— 9	169	— 10 $\frac{1}{4}$
		soir 11	— 2 $\frac{3}{4}$	26 $\frac{1}{2}$	— 2 $\frac{1}{2}$	157 $\frac{1}{2}$	— 3 $\frac{1}{4}$
	23	mat. 8	— 3 $\frac{1}{2}$	24 $\frac{2}{3}$	— 3	158 $\frac{1}{4}$	— 4
	24	mat. 7 $\frac{1}{2}$	— 6	19 $\frac{1}{2}$	— 5 $\frac{1}{2}$	163	— 6 $\frac{3}{4}$
		soir 11	— 6	19 $\frac{1}{2}$	— 5 $\frac{1}{2}$	163	— 6 $\frac{1}{2}$
	25	mat. 7 $\frac{1}{2}$	— 9	13	— 8 $\frac{1}{2}$	168 $\frac{1}{4}$	— 10
		soir 11	— 8 $\frac{1}{2}$	14	— 8	167 $\frac{1}{3}$	— 8 $\frac{3}{4}$

1776.	HEURES		THERMOMÈTRE		THERMOMÈTRE		THERMO-
	du		N.° II.		N.° III.		MÈTRE
	J O U R.		Reaumur.	Fahrenh.	Reaumur.	De l'Isle.	N.° VI.
	Heures		Deg.	Deg.	Deg.	Deg.	Deg.
Janv. 26	mat.	7 $\frac{1}{2}$	— 9 $\frac{3}{4}$	11 $\frac{1}{2}$	— 9	169	— 10 $\frac{1}{2}$
	soir	9 $\frac{1}{2}$	— 9	13	— 8 $\frac{1}{4}$	167 $\frac{3}{4}$	— 9 $\frac{1}{2}$
27	mat.	7 $\frac{1}{4}$	— 13	4 $\frac{1}{2}$	— 11 $\frac{3}{4}$	174	— 13 $\frac{1}{2}$
	soir	9 $\frac{1}{2}$	— 13	4 $\frac{1}{2}$	— 11 $\frac{3}{4}$	174	— 13 $\frac{1}{2}$
28	mat.	7 $\frac{1}{3}$	— 14 $\frac{1}{2}$	1 $\frac{1}{4}$	— 13 $\frac{1}{4}$	176 $\frac{3}{4}$	— 15 $\frac{1}{4}$
	soir	11	.....	.....	.....	.....	— 14
29	mat.	7 $\frac{1}{4}$	.....	.....	.....	.....	— 16 $\frac{1}{4}$
	soir	8	.....	.....	.....	.....	— 12
	minuit	$\frac{1}{2}$	.....	.....	.....	.....	— 13 $\frac{1}{2}$
30	mat.	7 $\frac{1}{4}$	.....	.....	.....	.....	— 13 $\frac{1}{2}$
	soir	9	.....	.....	.....	.....	— 12

La hauteur du baromètre, aux heures de la Table de ces observations, le vent & l'état du ciel, se trouveront dans la Table V qui suit.

Je plaçai solidement, à une des croisées de mon Observatoire, dirigée au Nord-est, une planche assez large pour y recevoir les thermomètres n.° 1, IV & VIII. Les n.° 1 & IV étoient dans des boîtes qui se fermoient à charnières: j'avois attaché, par le haut & par le bas, un des couvercles; l'autre qui portoit le thermomètre étoit libre, & par le moyen de la charnière, on pouvoit aisément le diriger au vent qui régnoit, & j'y avois eu attention dans mes observations: ces thermomètres étoient élevés au-dessus du sol de 9 toises ou 54 pieds, à un air libre. Voici la Table des observations du froid, faites à ces trois thermomètres, à cette exposition.

TABLE III. *Observations du Froid à mon Observatoire aux Thermomètres, n.<sup>os</sup> I, IV & VIII.*

1776.	HEURES du JOUR.	BAROMÈTRE		THERMO- MÈTRE N. <sup>o</sup> I.	THERMOMÈTRE		THERMO- MÈTRE N. <sup>o</sup> VIII	HAUT. de la Rivière.	VENTS.
					N. <sup>o</sup> IV.				
					Reaumur.	Fahrenh.			
	Heur.	Pouc.	Lign.	Deg.	Deg.	Deg.	Deg.	Pieds Po.	
Janv. 20	mat. 7 $\frac{1}{2}$	27.	10,0	— 12	— 11 $\frac{1}{2}$	7 $\frac{4}{6}$	— 11 $\frac{1}{2}$	3. 3	N. E.
	soir 11	27.	10,0	— 10	— 9 $\frac{1}{2}$	12	— 9 $\frac{1}{2}$	.....	.....
21	mat. 7 $\frac{1}{2}$	27.	9,11	— 10 $\frac{1}{2}$	— 10 $\frac{1}{4}$	10 $\frac{2}{6}$	— 9 $\frac{3}{4}$	3. 3	N. E.
	soir 10	27.	8,10	— 8 $\frac{3}{4}$	— 8 $\frac{1}{2}$	13 $\frac{1}{2}$	— 8	.....	N. E.
	minuit $\frac{1}{2}$	27.	8,6	— 10	— 9 $\frac{1}{2}$	11 $\frac{1}{2}$	— 9 $\frac{1}{4}$	.....	.....
	22 mat. 7 $\frac{1}{2}$	27.	7,2	— 10	— 9 $\frac{1}{2}$	11 $\frac{1}{2}$	— 9	3. 0	S. E.
	soir 11	27.	6,4	— 2 $\frac{1}{4}$	— 2 $\frac{1}{2}$	26 $\frac{1}{4}$	— 1 $\frac{1}{2}$	.....	.....
	23 mat. 8	27.	7,0	— 3 $\frac{1}{2}$	— 3 $\frac{1}{2}$	24 $\frac{2}{3}$	— 2 $\frac{1}{2}$	3. 0	E.
	soir 11	27.	8,11	— 3	— 3	25 $\frac{3}{4}$	— 2 $\frac{1}{4}$	.....	.....
	24 mat. 7 $\frac{1}{2}$	27.	10,0	— 6 $\frac{1}{2}$	— 6 $\frac{1}{2}$	18 $\frac{5}{6}$	— 6	3. 0	N. E.
	soir 11	27.	10,9	— 6 $\frac{1}{2}$	— 6 $\frac{1}{4}$	18 $\frac{5}{6}$	— 6	.....	.....
	25 mat. 7 $\frac{1}{2}$	27.	11,2	— 9 $\frac{3}{4}$	— 9 $\frac{1}{4}$	12 $\frac{1}{2}$	— 9	4. 10	N. E.
	soir 11	27.	10,5	— 9	— 9	13	— 8 $\frac{1}{2}$	.....	.....
	26 mat. 7 $\frac{1}{2}$	27.	9,9	— 10	— 9 $\frac{3}{4}$	11 $\frac{1}{2}$	— 9	5. 2	N. E.
	soir 9 $\frac{1}{2}$	27.	9,11	— 9	— 9	13	— 8 $\frac{1}{4}$	.....	.....
	27 mat. 7 $\frac{1}{2}$	27.	9,6	— 13 $\frac{1}{4}$	— 12 $\frac{3}{4}$	5	— 13 $\frac{1}{4}$	4. 3	N. E.
	soir 9 $\frac{1}{2}$	27.	10,4	— 13	— 12 $\frac{1}{2}$	5 $\frac{3}{4}$	— 13 $\frac{1}{4}$	.....	.....
	28 mat. 7 $\frac{1}{3}$	27.	11,3	— 15 $\frac{1}{4}$	— 14 $\frac{1}{2}$	1 $\frac{1}{8}$	— 15	4. 0	N. E.

Le 28 Janvier à midi, je plaçai sur la même planche à mon Observatoire, trois autres thermomètres qui étoient à la croisée d'une de mes chambres (j'en ai rapporté les observations dans la *Table II*), savoir les thermomètres n.<sup>os</sup> II & III, & un troisième plus grand, à l'esprit-de-vin, réglé dans les degrés de dilatation sur les deux thermomètres au mercure, n.<sup>os</sup> I & II, & que je ne plaçois à mon Observatoire que pour le régler dans les degrés de condensation : je ne

rapporterai aucune observation faite sur lui, n'ayant servi qu'à cet usage; je le nomme thermomètre, n.<sup>o</sup> IX.

Le 30 Janvier, à 9 heures du soir, je plaçai encore sur la même planche le thermomètre n.<sup>o</sup> VI, qui étoit resté jusqu'à ce jour à une de mes croisées.

Le 31 à 6 heures du matin, je mis sur cette planche le thermomètre n.<sup>o</sup> VII, qui étoit resté jusqu'à ce jour dans la boîte qui contient la Pendule de mon observatoire. Voici la Table des observations du froid, faites à ces thermomètres, à mon observatoire, à une même exposition & à la même heure.

TABLE IV. *Observations du Froid à mon Observatoire, aux Thermomètres exposés au Nord-est, savoir, les n.<sup>os</sup> I, II, III, IV, VI, VII & VIII.*

1776.	HEURES du JOUR.	BARO- MÈTRE.	THERM. N. <sup>o</sup> I.	THERMOMÈTRE N. <sup>o</sup> II.			THERMOMÈTRE N. <sup>o</sup> III.			THERMOMÈTRE N. <sup>o</sup> IV.			THERM. N. <sup>o</sup> VI.	THERM. N. <sup>o</sup> VII.	THERM. N. <sup>o</sup> VIII.	Hauteur de la Rivière.	VENTS.
				Reaumur		Fahrenh.	Reaumur	de l'Isle	Reaumur	Fahrenh.							
				Deg.	Deg.	Deg.	Deg.	Deg.	Deg.	Deg.							
	Heur.	Puc. Lig.	Deg.	Deg.	Deg.	Deg.	Deg.	Deg.	Deg.	Deg.	Deg.	Deg.	Deg.	Deg.	Pieds p.		
Janv.	28	mat. 6	28.0.10	—10 $\frac{1}{2}$	—11	8 $\frac{1}{2}$	—10 $\frac{1}{2}$	171 $\frac{1}{2}$	—10 $\frac{1}{2}$	9 $\frac{1}{2}$	.....	.....	—10 $\frac{1}{2}$	4.	0	.....	
		soir 11	28.1.0	—13	—13 $\frac{1}{2}$	4	—12 $\frac{1}{2}$	175	—12 $\frac{1}{2}$	5 $\frac{1}{2}$	.....	.....	—12 $\frac{1}{2}$	.....	.....	.....	
	29	m. 7 $\frac{1}{2}$	27.11.8	—16	—16 $\frac{1}{2}$	—2 $\frac{1}{2}$	—15 $\frac{1}{2}$	180 $\frac{1}{2}$	—15 $\frac{1}{2}$	—1	.....	.....	—15	3.	6	E.	
		soir 8	28.0.1	—10 $\frac{1}{2}$	—11 $\frac{1}{2}$	8	—10 $\frac{1}{2}$	171 $\frac{1}{2}$	—10 $\frac{1}{2}$	5 $\frac{1}{2}$	.....	.....	.....	.....	.....	.....	
		min. $\frac{1}{2}$	28.0.5	—12 $\frac{1}{2}$	—13	4 $\frac{1}{2}$	—12	174 $\frac{1}{2}$	—12	6 $\frac{1}{2}$	.....	.....	.....	.....	.....	.....	
	30	m. 7 $\frac{1}{2}$	28.0.8	—12 $\frac{1}{2}$	—13	4 $\frac{1}{2}$	—12 $\frac{1}{2}$	175	—12 $\frac{1}{2}$	6 $\frac{3}{4}$	.....	.....	—12	3.	3	E.	
Févr.		soir 9	28.2.2	—10 $\frac{1}{2}$	—11 $\frac{1}{2}$	7 $\frac{1}{2}$	—10 $\frac{1}{2}$	171 $\frac{1}{2}$	—10 $\frac{1}{2}$	9 $\frac{5}{8}$	.....	.....	.....	.....	.....	.....	
	31	m. 7 $\frac{1}{2}$	28.2.7	—13 $\frac{1}{2}$	—13 $\frac{1}{2}$	3	—12 $\frac{1}{2}$	176	—12 $\frac{3}{4}$	5	—15 $\frac{1}{2}$	—12 $\frac{1}{2}$	—13	3.	3	E.	
		soir 11	28.2.8	—12 $\frac{1}{2}$	—12 $\frac{1}{2}$	5 $\frac{1}{2}$	—11 $\frac{1}{2}$	173 $\frac{1}{2}$	—11 $\frac{1}{2}$	7 $\frac{1}{4}$	—13 $\frac{1}{2}$	—11 $\frac{1}{2}$	—11	.....	.....	.....	
	1	m. 7 $\frac{1}{2}$	28.2.5	—14 $\frac{1}{2}$	—15	—0	—14 $\frac{1}{2}$	178 $\frac{1}{2}$	—14	2 $\frac{1}{2}$	—16 $\frac{1}{2}$	—15	—15	3.	3	E.	
		soir 11	28.1.6	(a)	—5 $\frac{1}{2}$	11	(b)	.....	—5	21 $\frac{1}{2}$	(c)	—5 $\frac{1}{2}$	—5	.....	.....	.....	
	2	m. 7 $\frac{1}{2}$	27.11.8	.....	—5	21 $\frac{1}{2}$	.....	.....	—4 $\frac{1}{2}$	22	.....	—4	—4 $\frac{1}{2}$	4.	2	S. E.	
	soir 11	27.10.5	.....	+3 $\frac{1}{2}$	40	.....	.....	+3 $\frac{1}{2}$	40	.....	(d)	+4	.....	.....	.....		

(a & b) Le 1.<sup>er</sup> Février, à 8 heures du matin, je déplaçai ces deux Thermomètres numéros I & III, pour les porter aux caves de l'Observat. royal avec le grand dont j'ai déjà parlé numero IX; ils y restèrent jusqu'au lendemain 2, à 10 heures du mat. que je les retirai. Je rendrai compte de ces Observations & de la température de ces caves dans un article séparé de ce Mémoire.

(c) Le 1.<sup>er</sup> Février, après avoir observé le degré du froid à 7 heures 20 min. du mat. au Thermomètre numéro VI, je le déplaçai pour le remettre à la croisée d'une de mes chambres, où il avoit déjà été depuis le 20 jusqu'au 30 de Janvier.

(d) Ce Thermomètre numéro VII, fut ôté le 2 Février à midi pour le remettre dans la boîte de la Pendule de mon Observatoire, où il avoit déjà été pendant les premiers froids. J'en rapporterai les Observations dans la Table suivante.

Les Tables III & IV , que je viens de rapporter , ne contiennent que les observations qui ont été faites à mon Observatoire , aux thermomètres *n.º I, II, III, IV, VI, VII & VIII*, placés sur la même planche , & dirigés au Nord-est ; partie du ciel d'où venoit le plus grand froid. Ces observations furent faites le matin & le soir , depuis le 20 Janvier jusqu'au 2 de Février : comme le Soleil , quelques minutes après son lever , donnoit sur ces thermomètres , je ne pouvois y observer les degrés de froid dans le milieu du jour. Je les observai au thermomètre *n.º V*, ainsi que le matin & le soir , aux mêmes heures que les Tables III & IV : ce thermomètre étoit placé à mon Observatoire en dehors , à la croisée du nord & entièrement à l'abri du Soleil. Je rapporterai aussi les observations qui furent faites au thermomètre *n.º VII*, qui étoit placé dans la boîte qui contenoit la Pendule de mon Observatoire , depuis le 22 Janvier matin jusqu'au 30 à 9 heures du soir.



TABLE V. *Observations du Froid à mon Observatoire au Thermomètre, n.º V, placé au Nord; & au Thermomètre, n.º VII, placé dans la boîte de la Pendule.*

1776.	HEURES du JOUR.	BARO- MÈTRE.	THERM. N.º V.	THERM. N.º VII.	HAUT. de la Rivière.	VENTS.	ÉTAT DU CIEL.
	Heur.	Pouc. Lig.	Degs.	Degs.	Pi. Pour.		
Janv. 20	mat. 7 $\frac{1}{2}$	27. 10,0	— 11 $\frac{1}{2}$	.....	3. 3	N. E.	nuages rar. ciel gris, ferein la nuit dern. de même ciel gris.
	midi $\frac{1}{4}$	27. 10,0	— 7	— 6	.....	N. E.	ciel gris, brouill. élevé, le soleil pâle & rouge; de même la matinée.
	soir 11	27. 10,0	— 9 $\frac{1}{2}$	.....	.....	.....	brouillard; soleil & brouillard l'après-midi.
21	mat. 7 $\frac{1}{2}$	27. 9,11	— 10	.....	3. 3	N. E.	couvert de brouill. élevé & léger, & la nuit. riv. continue à charier.
	midi $\frac{1}{4}$	27. 9,10	— 5 $\frac{1}{2}$	— 5	.....	N. E.	ferain, brouill. la matinée, le soleil rouge.
	soir 10 $\frac{1}{2}$	27. 8,10	— 8 $\frac{1}{2}$	.....	.....	.....	ferain, & l'après-midi avec un brouillard léger.
	minuit $\frac{1}{2}$	27. 8,6	— 9 $\frac{1}{2}$	.....	.....	.....	ferain, brouillard dissipé, peu de vent.
22	mat. 7 $\frac{1}{2}$	27. 7,2	— 9 $\frac{1}{2}$	— 8 $\frac{1}{2}$	3. 0	S. E.	nuages rar. & sépar. peu de vent, ferein la nuit.
	midi $\frac{1}{4}$	27. 6,8	— 3 $\frac{1}{2}$	— 5	.....	S. E.	ciel comm. à se découv. couv. égalem. la matinée.
	soir 11	27. 6,4	— 2 $\frac{1}{2}$	— 2 $\frac{1}{4}$	.....	.....	couv. de brouill. & l'après-midi en grande partie.
23	mat. 8	27. 7,0	— 3 $\frac{1}{2}$	— 3 $\frac{1}{2}$	3. 0	E.	couv. égal. de br. élevé, & la nuit dern. peu de vent.
	midi $\frac{1}{4}$	27. 7,4	— 1	.....	.....	E.	couv. égal. de brouill. élevé; de même la matinée.
	soir 11	27. 8,11	— 3	.....	.....	.....	couv. de br. élevé & l'après-midi; point de soleil.
24	mat. 7 $\frac{1}{2}$	27. 10,0	— 6 $\frac{1}{2}$	— 4	3. 0	N. E.	couv. en partie de nuages rar. couv. la nuit dern.
	midi $\frac{1}{4}$	27. 10,4	— 2 $\frac{1}{2}$	— 2	.....	N. E.	ferain, & la matinée; la riv. charioit beaucoup.
	soir 11	27. 10,9	— 6 $\frac{1}{2}$	— 3	.....	.....	ferain & une partie de l'après-midi, à 6 heures ciel couvert de brouillard.
25	mat. 7 $\frac{1}{2}$	27. 11,2	— 9 $\frac{1}{2}$	— 5 $\frac{1}{2}$	4. 10	N. E.	ser. & la nuit, peu de vent; la riv. prise de la nuit.
	midi $\frac{1}{4}$	27. 11,3	— 5	— 4	.....	N. E.	ser. & le matin; la neige tombée existe toujours.
	soir 11	27. 10,5	— 9 $\frac{1}{2}$	— 5 $\frac{1}{2}$	.....	.....	ferain, & l'après midi, vent foible, mais sensible.
26	mat. 7 $\frac{1}{2}$	27. 9,9	— 9 $\frac{1}{2}$	— 7	5. 2	N. E.	ferain, & la nuit dernière, même vent sensible.
	midi $\frac{1}{4}$	27. 9,9	— 6	— 5	.....	E.	ferain, & la matinée.
	soir 9 $\frac{1}{2}$	27. 9,11	— 8 $\frac{1}{2}$	— 6 $\frac{1}{2}$	.....	.....	ferain, & l'après-midi.
27	mat. 7 $\frac{1}{2}$	27. 9,6	— 12 $\frac{1}{2}$	— 9 $\frac{1}{2}$	4. 3	N. E.	ferain, & la nuit dernière, le vent sensible.
	midi $\frac{1}{4}$	27. 9,8	— 10	— 6 $\frac{1}{2}$	.....	N. E.	ferain, & la matinée, le vent sensible & piquant.
	soir 9 $\frac{1}{2}$	27. 10,4	— 12 $\frac{1}{2}$	— 7 $\frac{1}{2}$	.....	N. E.	ferain, & l'après-midi, vent piquant.
28	mat. 7	27. 11,3	— 14	— 11 $\frac{1}{2}$	4. 0	N. E.	ferain, & la nuit dernière, vent sensib. & piquant.
	midi $\frac{1}{4}$	28. 0,3	— 9 $\frac{1}{2}$	— 7	.....	N. E.	ferain, nuages rares à midi; ferein la matinée.
	soir 6	28. 0,10	— 10 $\frac{1}{2}$	— 8 $\frac{1}{2}$	.....	.....	ser. nuag. rar. l'apr.-midi; riv. fum. beauc. le mat.
	soir 11	28. 1,0	— 12 $\frac{1}{2}$	— 10 $\frac{1}{2}$	.....	.....	ferain, & depuis 6 heures.
29	mat. 7 $\frac{1}{2}$	27. 11,6	— 15	— 13	3. 6	E.	ferain, & la nuit, moins d'air, mais piquant.
	midi	27. 11,6	— 10	— 8	.....	E. S. E.	ferain, & la matinée, peu de vent.
	soir 8	28. 0,1	— 10 $\frac{1}{2}$	.....	.....	.....	ferain, & l'après midi; un peu de brouillard le soir; mat. la rivière fumoît.
	minuit $\frac{1}{2}$	28. 0,5	— 12 $\frac{1}{2}$	.....	.....	.....	ferain, & depuis 8 heures.

1776.	HEURES du JOUR.	BARO- MÈTRE.		THERM. N.° VI.	THERM. N.° VII.	HAUT. de la Rivière.	VENTS.	ÉTAT DU CIEL.
	Heur.	Pou.	Lig.	Deg.	Deg.	Pieds pou.		
Janv. 30	mat. 7 $\frac{1}{4}$	28. 0,8	—	11 $\frac{1}{4}$	— 10	3. 3	E.	ferain, & la nuit, peu de vent, mais sensible.
	midi	28. 1,5	—	8	— 5 $\frac{1}{4}$	.....	S. E.	ferain, & la matinée, peu de vent.
	soir 9	28. 2,4	—	10,	— 8 $\frac{1}{4}$	.....	.....	ferain, brouillard sensible l'après-midi.
31	mat. 7 $\frac{1}{2}$	28. 2,7	—	13	.....	3. 3	E.	ferain, peu de brouillard, & la nuit depuis hier soir vers les 10 heures.
	midi	28. 3,0	—	8	.....	.....	E. S. E.	ferain, un peu de brouillard, beaucoup la matin. rivière fumoit le matin.
	soir 11	28. 2,8	—	11 $\frac{1}{4}$	.....	.....	.....	ferain, & l'après-midi, br. léger, peu de vent.
Févr. 1	mat. 7 $\frac{1}{2}$	28. 2,5	—	14	.....	3. 3	E.	ferain, nuages rares & séparés; ferain la nuit, peu de vent.
	midi $\frac{1}{2}$	28. 2,2	—	7	.....	.....	S. S. E.	nuages rares & la mat. mais beau temps; riv. fum.
	soir 11	28. 1,6	—	5	.....	.....	.....	couv. de brouillard élevé; à 9h, halos à la Lune; nuages rares l'après-midi.
2	mat. 7 $\frac{1}{2}$	27. 11,8	—	4 $\frac{1}{2}$	.....	4. 2	S. E.	couv. de nuages rares, & la nuit de brouill. élevé.
	midi $\frac{1}{2}$	27. 10,10	—	1 $\frac{1}{2}$	.....	.....	S. S. E.	couvert de brouill. élevé & la matinée; le soleil paroissoit faiblement.
	soir 11	27. 10,5	—	3 $\frac{1}{2}$	.....	.....	.....	couv. quelques gouttes de pluie; couv. de brouill. l'après-midi.
3	mat. 7 $\frac{1}{2}$	27. 10,10	—	6 $\frac{1}{2}$	.....	4. 6	S. S. O.	couv. de nuages rares & la nuit; peu de vent qui est chaud.
	midi $\frac{1}{2}$	27. 10,11	—	6 $\frac{1}{2}$	.....	.....	S.	couv. peu de sol. la mat. quelq. gouttes de pluie, dégele lentement.
	soir 11	27. 9,6	—	1 $\frac{3}{4}$	.....	.....	.....	ciel légèrem. couvert; la Lune paroissoit, couv. l'après midi.
4	mat. 7 $\frac{1}{2}$	27. 8,0	—	2 $\frac{1}{2}$	.....	4. 8	S. S. O.	couv. & la nuit; il dégele lentement.
	midi $\frac{1}{4}$	27. 8,3	—	5	.....	.....	S. S. O.	couv. de brouillard élevé, & la matinée.
	soir 10	27. 7,4	—	5 $\frac{1}{2}$	.....	.....	.....	quelques gouttes de pluie, couv. l'après-midi, la rivière, soir 5 heures, toujours gelée.
5	mat. 7 $\frac{1}{2}$	27. 7,4	—	5 $\frac{1}{2}$	.....	5. 5	S. O.	couv. & la nuit dernière.
	midi	27. 7,2	—	8	.....	.....	S. S. O.	peu de soleil & la matinée; il reste peu de neige.
	soir 11	27. 5,0	—	6	.....	.....	.....	couv. & l'après-midi, du vent & un peu de pluie.
6	mat. 7 $\frac{1}{4}$	27. 5,0	—	5 $\frac{1}{2}$	.....	8. 6	S. O.	couvert & la nuit dernière.
	soir 1	27. 6,4	—	8	.....	.....	S. O.	ferain, nuages rar. la matin. quel. goutt. de pluie.
	soir 10 $\frac{1}{2}$	27. 4,6	—	6	.....	.....	.....	grande pluie depuis 7 heures; grand vent; débacle de la rivière vers 5 heures & demie.
7	mat. 8	27. 6,1	—	4	.....	11. 3	S. O.	ferain, couvert la nuit avec pluie; il ne reste plus de neige.
	midi $\frac{1}{4}$	27. 6,9	—	7	.....	.....	S. O.	partie couvert, beau la matinée; rivière charie.
	soir 10 $\frac{1}{2}$	27. 10,6	—	5	.....	.....	.....	couv. pluie une partie de l'après-midi & du vent.
8	mat. 8	28. 0,6	—	4	.....	10. 9	S. O.	couv. en grande partie & la nuit.
	midi $\frac{1}{4}$	28. 0,6	—	9	.....	.....	S. O.	peu de soleil, & la matinée avec un peu de pluie.
	soir 11	28. 0,0	—	6 $\frac{1}{2}$	.....	.....	.....	pluie & une partie de l'après-midi, avec du vent.

Le thermomètre *n.º VII*, dont les degrés sont rapportés dans la Table précédente, étoit placé, comme je l'ai déjà dit, dans la boîte de ma pendule. Je faisois porter dans mon observatoire de la braïse allumée, toutes les fois que j'y allois; malgré cette précaution, je n'ai pu conserver le mouvement à ma pendule, qui ne s'arrête jamais que lorsque le poids est descendu; je la trouvai arrêtée le 27 Janvier, pour la première fois, quand j'allai observer le Soleil au Méridien; je la remis en mouvement avant de faire mon observation; mais le lendemain, à la même heure, je la trouvai encore arrêtée, ainsi que les 29, 30 & 31, & le 1.<sup>er</sup> Février; le froid alors commençant à diminuer, la pendule continua d'aller.

### ARTICLE III.

#### *Observations sur la chaleur du Soleil, comparée aux degrés de Froid observé.*

Le froid étoit considérable les 29, 30 & 31 Janvier; je fis des expériences pour connoître la différence de température ou du froid qui régnoit à l'ombre, & du degré qu'avoit la chaleur du Soleil. Je plaçai à l'ombre le thermomètre *n.º VI*, à la croisée d'une de mes chambres, dirigée à l'Est, & un second thermomètre *n.º III*, que je mis au montant d'une des croisées du second étage de l'hôtel de Clugny, donnant sur une petite galerie, en face du Midi, le Nord & le Nord-est masqué par la couverture du toit de cet hôtel, & le thermomètre élevé de 35 pieds au-dessus du sol; ce thermomètre *n.º III*, étoit contenu dans une boîte, comme je l'ai dit ailleurs: j'avois attaché fixement à un des montans de la croisée, un des couvercles de la boîte, l'autre, qui portoit le thermomètre, étoit mobile par le moyen de la charnière, & l'on pouvoit lui faire prendre toutes sortes de positions, de manière qu'il étoit aisé de le diriger aux rayons du Soleil. Dans les observations que je vais rapporter, & qui furent faites d'heure en heure, le thermomètre a toujours reçu directement les rayons du Soleil.

*Mém. 1776.*

C

TABLE VI. *Contenant des Observations sur deux Thermomètres : le n.º VI exposé à l'ombre & dirigé à l'Est, & le n.º III exposé aux rayons du Soleil, les recevant directement aux heures de chaque Observation de cette Table.*

1776.	HEURES du JOUR.	BARO- MÈTRE.	THERM. N.º VI.	THERM. N.º III.	VENTS.	É T A T D U C I E L.
	Heur.	Pouc. Ligne.	Deg.	Deg.		
Janv. 29	mat. 10	27. 11,6	— 12,	+ 2	E.	ciel pur, comme il est rare de le voir.
	mat. 11	27. 11,6	— 11	+ 4 $\frac{1}{4}$	E.	même ciel.
	midi	27. 11,6	— 9 $\frac{1}{2}$	+ 6	E. S. E.	même ciel, un peu de vent.
	foir 1	27. 11,5	— 9	+ 9 $\frac{1}{2}$	N. E.	même ciel.
	foir 2	27. 11,2	— 8 $\frac{1}{2}$	+ 10 $\frac{1}{4}$	N. E.	<i>idem.</i>
	foir 3	27. 11,2	— 8 $\frac{1}{2}$	+ 9	N. E.	<i>idem.</i>
	30 mat. 10	28. 1,3	— 9 $\frac{1}{2}$	+ 4	E.	sercin, pas si beau qu'hier, un peu de br.
	mat. 11	28. 1,4	— 8 $\frac{1}{2}$	+ 7	E. S. E.	sercin, plus beau qu'à 10 heures.
	midi	28. 1,5	— 7 $\frac{1}{2}$	+ 9 $\frac{1}{4}$	S. E.	sercin.
	foir 1	28. 1,8	— 7 $\frac{1}{2}$	+ 8 $\frac{1}{2}$	S. E.	<i>idem.</i>
31	foir 2	28. 1,8	— 7 $\frac{1}{2}$	+ 4	S. E.	brouillard, le Soleil ne donne que foiblement.
	foir 3	28. 1,8	— 8	+ 3 $\frac{1}{2}$	S. E.	le Soleil donne très-bien,
	mat. 10	28. 3,0	— 10 $\frac{1}{2}$	— 0	E.	beau, mais brouillard; les objets se perdent à 300 toises, le Soleil foible.
	mat. 11	28. 3,0	— 9	— 1	E.	brouill. augmente; obj. se perdent à 200 toif.
	midi	28. 3,0	— 7	+ 8	E. S. E.	moins de br. le Sol. est clair depuis $\frac{1}{2}$ heure.
	foir 1	28. 2,11	— 6	+ 9 $\frac{1}{4}$	E. S. E.	brouillard très-léger.
	foir 2	28. 2,9	— 4 $\frac{1}{4}$	+ 12	S. E.	ciel parfaitement beau.
	foir 3	28. 2,8	— 5	+ 10	E. S. E.	même ciel.

## ARTICLE I V.

### *Observations sur le Refroidissement des appartemens avec le Froid extérieur.*

Je plaçai à la fenêtre d'une de mes chambres, au premier étage, donnant sur la cour de l'hôtel de Clugny, élevé de 20 pieds, le thermomètre n.º VI; & dans un cabinet, au même étage, donnant sur la rue des Mathurins, ayant une

seule croisée qui avoit été fermée pendant les froids, exposée au Midi, où le Soleil ne donne pas pendant plusieurs mois de l'hiver, & ne tenant à aucune chambre à feu, j'y plaçai le thermomètre n.<sup>o</sup> III; de ces deux instrumens & de leurs positions, j'obtins les observations suivantes.

TABLE VII. *Contenant des Observations sur le Refroidissement des appartemens avec celui de l'air extérieur.*

1776.	HEURES du JOUR.		BAROMÈTRE.		THERMO- MÈTRE N. <sup>o</sup> VI.	THERMO- MÈTRE N. <sup>o</sup> III.
	Heur.		Pouc.	Lign.	Deg.	Deg.
Février	2	foir 6	27.	10,0	+ 0 $\frac{1}{2}$	— 6
		foir 11	27.	10,5	— 0 $\frac{1}{2}$	— 6
	3	mat. 7 $\frac{1}{2}$	27.	10,10	— 1	— 5 $\frac{1}{2}$
		midi $\frac{1}{4}$	27.	10,11	+ 4	— 5 $\frac{1}{4}$
		foir 7 $\frac{1}{2}$	27.	10,4	+ 3	— 4
		foir 11	27.	9,6	+ 1	— 3 $\frac{1}{2}$
	4	mat. 7 $\frac{1}{2}$	27.	8,0	+ 1 $\frac{1}{3}$	— 3
		midi $\frac{1}{4}$	27.	8,3	+ 4	— 1 $\frac{1}{4}$
		foir 10	27.	7,4	+ 5	— 1 $\frac{1}{2}$
	5	mat. 7 $\frac{1}{2}$	27.	7,4	+ 5	— 0 $\frac{1}{2}$
		foir 11	27.	5,0	+ 6	+ 1
	6	mat. 7 $\frac{3}{4}$	27.	5,0	+ 5 $\frac{1}{2}$	+ 1 $\frac{1}{2}$
		foir 10 $\frac{1}{2}$	27.	4,6	+ 6	+ 3
	7	mat. 8	27.	6,1	+ 4	+ 3

J'avois mis un vase rempli d'eau dans ce cabinet, pendant ces observations, l'eau se gela & ne commença à se dégeler que le 6, vers midi.

## ARTICLE V.

*Observations sur l'inégalité du Froid à différentes hauteurs.*

Au dégel, l'atmosphère supérieure étoit beaucoup plus chaude que celle qui étoit à une moyenne distance au-

dessus de terre, où le froid avoit pénétré, & qui se conservoit en terre par la gelée, les neiges & la glace : pour connoître cette différence de température, à deux hauteurs différentes, je plaçai à mon observatoire, au Nord-est, le thermomètre *n.º IV*, élevé de 54 pieds au-dessus du rez-de-chaussée, & un second thermomètre *n.º VI*, à la croisée d'une de mes chambres, élevé de 20 pieds; différence de hauteur, 34 pieds : ces deux instrumens me donnèrent les observations suivantes, pour la température de ces deux positions.

TABLE VIII. *Observations sur l'inégalité du Froid à différentes hauteurs.*

1776.	HEURES du JOUR.		BAROMÈTRE.		THERMO- MÈTRE	
					<i>N.º IV.</i>	<i>N.º VI.</i>
		<i>Heur.</i>	<i>Pou.</i>	<i>Lign.</i>	<i>Deg.</i>	<i>Deg.</i>
Février	1	soir 11	28.	1,6	— 5	— 7
	2	mat. 7 $\frac{1}{2}$	27.	11,8	— 4 $\frac{3}{4}$	— 7
		soir 11	27.	10,5	+ 3 $\frac{3}{4}$	— 0 $\frac{1}{2}$
	3	mat. 7 $\frac{1}{2}$	27.	10,10	+ 0 $\frac{1}{2}$	— 1
		soir 11	27.	9,6	+ 1 $\frac{3}{4}$	+ 1
	4	mat. 7 $\frac{1}{2}$	27.	8,0	+ 2 $\frac{3}{4}$	+ 1 $\frac{1}{2}$

Voilà toutes les observations que j'ai faites sur le grand froid du commencement de cette année 1776, remarquable, tant par sa durée que par sa violence, qui peut être comparé, comme je l'ai déjà dit au commencement de ce Mémoire, aux plus grands hivers que l'on connoisse à Paris.

Après les observations du froid, le 5 Février à 10 heures du matin, je mis dans de la neige fondante les thermomètres qui avoient servi à mesurer le froid, je les laissai jusqu'au lendemain 6 heures du matin; ils donnèrent tous, le terme de la glace: j'étois curieux de faire cette vérifica-

tion pour m'assurer de plus en plus de la bonté de ces instrumens & de mes observations.

Dans les Tables que je viens de rapporter, & dans celles qui suivront, la — ou le moins, qui précède le chiffre, indique les degrés de froid au-dessous du zéro, ou de la première congélation : la + ou les plus, les degrés de dilatation au-dessus du zéro : les décimales des Tables sont des douzièmes.

Dans les Tables d'observations que je viens de rapporter, & dans la suite de ce Mémoire, je cite mes quatre thermomètres, n.<sup>o</sup> I, II, III & IV, comme ayant l'échelle de Reaumur : ce n'est pas exactement la sienne qui est de 80 degrés entre la glace & l'eau bouillante ; cet espace, sur mes thermomètres, je l'ai divisé en 85 degrés, & j'ai nommé cette échelle de Reaumur, pour plus grande facilité à la citer dans ce Mémoire.

## ARTICLE VI.

*Mes Thermomètres rapportés à une mesure connue, au moyen de laquelle on pourra les reconnoître & les reconstruire à l'avenir, pour ne pas perdre le degré de Froid observé cette année, comme celui de 1709 l'a été au thermomètre de M. de la Hire.*

Pour ne pas perdre le degré de froid que j'ai observé cette année, je vais rapporter ici, à une mesure connue, le rapport de quatre de mes thermomètres, savoir, les n.<sup>os</sup> I, II, III & IV, par le moyen de laquelle on pourra toujours avoir la construction de ces quatre instrumens, qui pourroient un jour ou se casser ou se perdre : trois points déterminés sur les deux premiers de ces thermomètres n.<sup>os</sup> I & II, peuvent en tout temps se connoître, savoir, le zéro ou de la congélation, la température des caves de l'Observatoire royal, & le point de l'eau bouillante ; ces distances ou ces intervalles pourront se déterminer, en ce que je les rapporte en pouces & lignes du pied de roi, ainsi que la distance du point de zéro ou de la congélation au degré du plus grand

froid que j'ai observé le 29 Janvier à 7<sup>h</sup> 15' du matin, sur chacun de ces quatre thermomètres : & pour rendre encore plus constant la construction de mes thermomètres, je rapporte une planche à la fin de ce Mémoire, où j'ai dessiné exactement de grandeur naturelle, les deux thermomètres au Mercure n.<sup>os</sup> I & II, avec une des boîtes qui les contiennent. Si ces moyens avoient été employés par M. de la Hire, pour le thermomètre auquel il observa le froid de 1709, on auroit été à même cette année de reconstruire, par tâtonnement, le même thermomètre, en choisissant un tube, dont la liqueur auroit donné les quatre points connus de cet ancien instrument ; savoir, le degré de froid observé à ce thermomètre en 1709, celui de la congélation, celui de la température des caves de l'Observatoire royal, & celui de l'eau bouillante, s'il en avoit été susceptible.

*Mesures de mes thermomètres, rapportés à une mesure connue, qui est le pied de roi.*

N.<sup>o</sup> I. Au mercure, avec l'échelle de M. de Reaumur, les degrés égaux, le tube ayant été calibré, mis à la glace fondante, à l'eau bouillante & aux caves de l'Observatoire royal; le froid de cette année y ayant été observé le 29 Janvier à 7<sup>h</sup> 15' du matin, jour du plus grand froid, de 16 degrés au-dessous de zéro.

De zéro ou de la congélation à l'eau bouillante, il y a 85 degrés, contenant 5 pouces 5 lignes  $\frac{1}{2}$  du pied de roi.

De zéro à la température des caves de l'Observatoire royal, 10 degrés justes, bien déterminés, comme je le dirai dans la suite : ces 10 degrés contiennent 7 lignes  $\frac{1}{8}$  du pied de roi.

De zéro au froid de 16 degrés, observé le 29 Janvier, donne 1 pouce 0 ligne  $\frac{1}{2}$  : l'échelle de ce thermomètre offre en tout 150 degrés ; savoir, 100 degrés de dilatation, & 50 de condensation, & donne 9 pouces 7 lignes  $\frac{1}{2}$ .

N.<sup>o</sup> II. De même au mercure, & réglé comme le précédent, portant les échelles de M.<sup>rs</sup> de Reaumur & de Fahrenheit ; le froid de cette année y fut observé le 29 Janvier à 7<sup>h</sup> 15' du matin, à 16 degrés  $\frac{1}{2}$  au-dessous de zéro, à l'échelle de M. de Reaumur, & de 2 degrés  $\frac{1}{2}$  à celle de Fahrenheit au-dessous de zéro, ou 34 degrés  $\frac{1}{2}$  au-dessous de 32.

De zéro ou de la congélation à l'eau bouillante, il y a 85 degrés, ce qui répond à 5 pouces 4 lignes  $\frac{1}{2}$  du pied de roi.



De zéro à la température des caves de l'Observatoire royal, observée à 10 degrés justes, donne 7 lignes  $\frac{5}{8}$ .

De zéro au froid de 16 degrés  $\frac{1}{4}$ , observé le 29 Janvier, 1 pouce 0 ligne  $\frac{3}{8}$ .

La totalité de l'échelle de M. de Reaumur, contient 150 degrés, comme le précédent, 100 degrés de dilatation, & 50 de condensation: ces 150 degrés répondent à 9 pouces 5 lignes  $\frac{3}{4}$ .

**N.º III.** A l'esprit-de-vin rectifié, avec les deux échelles, celle de M. de Reaumur d'un côté du tube, & celle de M. de l'Isle de l'autre, les degrés égaux au moyen du calibre des tubes; le froid y fut observé cette année, le 29 Janvier à 7<sup>h</sup> 15' du matin, à 15 degrés  $\frac{1}{4}$  au-dessous de zéro; ce thermomètre ne supportoit pas l'eau bouillante; il avoit été réglé, ainsi que le suivant, en Octobre 1775, sur les deux au mercure, comme je l'ai dit dans ce Mémoire.

De zéro ou de la congélation à la température des caves de l'Observatoire royal, déterminée avec soin, comme je le dirai ailleurs, 10 degrés  $\frac{1}{6}$ , ce qui répond à 1 pouce 10 lignes du pied de roi.

De la congélation au degré de froid, observé le 29 Janvier, de 15 degrés  $\frac{1}{4}$ , 2 pouces 9 lignes.

L'échelle de M. de Reaumur ne s'étend qu'à 46 degrés de dilatation, & 18 de condensation; les 46 degrés répondent à 70 degrés  $\frac{1}{6}$  de l'échelle de M. de l'Isle, égaux à 8 pouces 4 lignes; les 18 degrés répondent à 185 degrés  $\frac{1}{4}$ , qui donnent 3 pouces 2 lignes  $\frac{3}{4}$ , & la totalité de l'échelle de M. de Reaumur, 64 degrés faisant 11 pouces 6 lignes  $\frac{3}{4}$ .

**N.º IV.** Comme le précédent, réglé de même, avec les échelles de M.<sup>rs</sup> de Reaumur & Fahrenheit; le grand froid du 29 Janvier y fut observé de 15 degrés  $\frac{1}{2}$ , qui répondent à  $\frac{2}{6}$  de degré au-dessous du zéro de Fahrenheit, ou 32 degrés  $\frac{2}{6}$  au-dessous de 32.

De la congélation à la température des caves de l'Observatoire royal, comme le précédent, 10 degrés  $\frac{1}{6}$ , qui répondent à 1 pouce 8 lignes  $\frac{1}{8}$ .

De zéro au degré de froid observé le 29 Janvier, de 15 degrés  $\frac{1}{2}$ , 2 pouces 6 lignes  $\frac{2}{5}$ .

L'échelle de M. de Reaumur s'étend dans les degrés de dilatation jusqu'à 50, qui répondent à 137 degrés  $\frac{1}{2}$  de

l'échelle de Fahrenheit, & jusqu'à 22 degrés au-dessous de zéro, égaux à 14 degrés  $\frac{1}{2}$  au-dessous du froid artificiel de Fahrenheit: les 50 degrés donnent 8 pouces 3 lignes, & les 22 degrés de condensation 3 pouces 7 lignes  $\frac{1}{2}$ , & la totalité 72 degrés, 11 pouces 10 lignes  $\frac{1}{2}$ .

Je ne parlerai pas des autres thermomètres: les quatre premiers, que je viens de décrire, suffisent pour connoître, à l'avenir, les degrés de froid qui ont été observés, cette année, à ces quatre instrumens.

## ARTICLE VII.

*Détails d'expériences & de comparaisons de plusieurs Thermomètres, pour connoître leur bonté, & ce qu'ils devoient donner pour le degré de Froid de 1776, avec des Observations sur le Froid prématuré & extraordinaire, ressenti dans les Vosges, au mois de Novembre 1774.*

L'Académie ayant reçu, tant de ses Membres que de différens particuliers de Paris & de la Province, les degrés de froid observés cette année, la disparité des observations la détermina à nommer quatre Commissaires pour recevoir les thermomètres qui avoient servi à connoître le froid; ils en reçurent une quarantaine, chargés de les examiner à la glace fondante, à la température des caves de l'Observatoire royal, & au degré du plus grand froid observé, obtenu par un froid artificiel. De ces expériences, il est résulté un rapport de comparaison entre tous ces thermomètres, dont ils rendront compte à l'Académie. Je leur en avois remis deux des miens, les n.<sup>os</sup> I & II au mercure, connu par les Commissaires, le n.<sup>o</sup> I sous le n.<sup>o</sup> 36, & le n.<sup>o</sup> II sous le n.<sup>o</sup> 37.

Voici les expériences faites de ces deux thermomètres par les Commissaires.

Le 9 Février 1776, chez M. Baumé l'après-midi, tous les thermomètres furent mis à la glace fondante dans une grande bassine; mes deux thermomètres descendirent l'un & l'autre exactement au point de zéro ou de la congélation de l'échelle de M. de Reaumur.

Le 12 Février, les thermomètres furent mis à un froid artificiel depuis 11 heures  $\frac{1}{4}$  du matin jusqu'à 4 heures du soir, qu'on les marqua; les deux miens donnèrent le n.<sup>o</sup> I ou 36, 13 degrés  $\frac{2}{12}$ , & le n.<sup>o</sup> II ou 37, 13 degrés  $\frac{10}{12}$  au-dessous de zéro, ou de la première congélation.

Le 13 Février l'après-midi, les thermomètres furent portés par les Commissaires aux caves de l'Observatoire royal, & plongés dans un bain d'eau qui avoit pris la température de ces caves; ils restèrent dans le bain jusqu'au 16; entre 7 & 8 heures du soir, les Commissaires marquèrent à chacun ce qu'ils donnoient pour la température: les deux miens, n.<sup>o</sup> I & II, donnèrent exactement l'un & l'autre, 10 degrés justes pour la température de ces caves.

Du résultat de ces trois expériences, on reconnoît dans mes deux thermomètres une marche régulière: j'ai été présent à toutes ces expériences. Je ne dirai rien de celles où je n'ai pas été, qui ont été faites par les Commissaires pour connoître le vrai des observations du froid observé, en le rapportant à celui de 1709; ils en ont déjà rendu compte à l'Académie dans son Assemblée publique de Pâques 1776, en annonçant que le froid de cette année avoit été moindre de  $\frac{3}{4}$  de degré qu'en 1709; & dans la Gazette de France, n.<sup>o</sup> 34: « Il résulte que le froid de 1776 a été un peu moindre que celui de 1709. » Je ferai voir dans ce Mémoire qu'il n'est pas possible de connoître exactement le degré de froid de cet hiver mémorable.

Je rapporterai encore ici une expérience faite par M. Baumé le 17 Février 1776, jour où il avoit retiré les thermomètres des caves de l'Observatoire: il remit à un froid artificiel mes deux thermomètres n.<sup>os</sup> I & II, avec un grand thermomètre au mercure purgé d'air qu'il avoit fait construire il y avoit peu de jours & auquel le grand froid du 29 ne fut pas observé; ce thermomètre de la glace à l'eau bouillante étoit divisé en 80 degrés; il me remit le même jour une note du résultat de son expérience, que voici;

Le thermomètre n.<sup>o</sup> I donna dans le bain artificiel 16 degrés, & le n.<sup>o</sup> II 16 degrés  $\frac{1}{2}$ ; celui de M. Baumé donna dans le même bain 15 degrés  $\frac{1}{2}$ .

*Mém. 1776.*

D

Les Commissaires nommés par l'Académie ayant bien voulu m'admettre aux expériences des thermomètres que je viens de rapporter, savoir à celle de la glace fondante le 9 Février, à un froid artificiel le 12 du même mois, & à leurs vérifications à la température des caves de l'Observatoire royal, où ils restèrent depuis le 13 jusqu'au 16 plongés dans un bain d'eau qui avoit pris la température de ces caves ; moyen beaucoup plus sûr pour avoir exactement cette température, & préférable à l'usage où l'on a toujours été de porter les thermomètres aux caves, & de les suspendre à un clou, ainsi que je le dirai ailleurs. Comme j'ai été présent à toutes ces expériences, & que j'ai examiné moi-même ce que donnoit chaque thermomètre, je rapporterai ici en table le résultat de ces expériences, & ce que chacun auroit dû donner pour le froid de cette année, en supposant que le degré de froid ait été le même dans tout Paris, & que le froid ait été observé à la même heure que le mien *n.º II*, qui donna 16 degrés  $\frac{1}{4}$  le 29 Janvier à 7<sup>h</sup> 15' du matin par un vent d'Est.

## Table du Résultat des Expériences.

I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.
Num. des THERM.	Espèce de THERMOMÈT.	Propriétaires des THERMOM.	Constructeurs des THERMOM.	THERM. à la glace fondante.	THERM. aux caves de l'Obs. roy.	Vraie Températ. des Caves.	THERM. à un bain artificiel.	Vrai bain artificiel.	Surplus du FROID, observé au THERM. II.	FROID de 1776.	FROID observé en 1776.
				Deg.	Deg.	Deg.	Deg.	Deg.	Deg.	Deg.	Deg.
1	esprit-de-vin	Cassini	Capi	-0,0	+10,3	+10,3	-12,10	-12,10	+2,5	-15,3	
2	esprit-de-vin	Daubenton	Capi-Neveu	-0,4	+9,10	+10,2	-12,6	-14,2	+2,5	-16,7	
3	esprit-de-vin	Périce	Périce	-0,0	+10,3	+10,3	-14,3	-14,3	+2,5	-16,8	
4	esprit-de-vin	Borda	Capi	+0,4	.....	.....	-13,4	-13,8	+2,5	-16,1	
5	mercure	la Place	Capi	-0,6	+10,1	+10,7	-15,4	-14,10	+2,5	-17,3	
6	mercure	la Lande	de Mairan	+0,7	+10,3	+9,8	-13,6	-14,1	+2,5	-16,6	
7	mercure	Lavoisier	Périce	+0,4	+9,0	+8,8	-13,0	-13,4	+2,5	-15,9	-14,9
8	esprit-de-vin	au même	Capi	+0,6	+10,1	+9,7	-13,4	-13,10	+2,5	-16,3	-14,1
9	esprit-de-vin	au même	Périce	-0,2	+9,7	+9,9	-12,7	-12,5	+2,5	-14,10	-14,1
10	mercure	au même	Goubert	-0,3	+9,1	+9,4	-14,0	-13,9	+2,5	-16,2	-14,9
13	esprit-de-vin	Jeaurat	Capi	-0,2	+10,0	+10,2	-13,10	-13,8	+2,5	-16,1	-14,3
14	esprit-de-vin	.....	Périce	-1,0	.....	.....	-15,6	-14,6	+2,5	-16,11	
15	esprit-de-vin	Lieutaud	Cicery	+0,2	+10,3	+10,1	-13,3	-13,5	+2,5	-15,10	-16,6
17	esprit-de-vin	Tillet	Capi-Neveu	-0,0	.....	.....	-14,8	-14,8	+2,5	-17,1	-16,0
21	mercure	Wallot	Goubert	+1,0	+10,3	+9,3	-11,9	-12,9	+2,5	-15,2	
22	mercure	au même	.....	-1,0	+10,3	+11,3	-16,0	-15,0	+2,5	-17,5	-16,6
23	mercure	au même	.....	+0,1	+10,0	+9,11	-13,2	-13,3	+2,5	-15,8	-14,0
24	esprit-de-vin	.....	Bethaly	-0,0	+10,9	+10,9	-17,6	-17,6	+2,5	-19,11	-15,1
25	esprit-de-vin	Anthelmy	Larcaly	-0,6	+9,10	+10,4	-13,8	-13,2	+2,5	-15,7	16,3
26	esprit-de-vin	au même	Périce	+1,2	+9,8	+8,6	-10,0	-11,2	+2,5	-13,7	
28	mercure	Périce	Périce	-0,0	+9,8	+9,8	-13,0	-13,0	+2,5	-15,5	
29	mercure	au même	Périce	+0,3	+9,10	+9,7	-12,4	-12,7	+2,5	-15,0	
30	mercure	au même	Périce	+0,3	+10,2	+9,11	-13,1	-13,4	+2,5	-15,9	
31	mercure	au même	Périce	+0,2	+9,4	+9,2	-12,10	-13,0	+2,5	-15,5	
32	esprit-de-vin	Périce	Périce	+0,9	+9,8	+8,11	-11,4	-12,1	+2,5	-14,6	
33	.....	au même	.....	+0,6	+10,3	+9,9	-13,0	-13,6	+2,5	-15,11	
34	esprit-de-vin	Bezout	Briffon	+0,0	+9,10	+9,10	-12,6	-12,6	+2,5	-14,11	-13,6
35	esprit-de-vin	D. d'Aum <sup>t</sup>	Périce	-1,0	+10,0	+11,0	-15,4	-14,4	+2,5	-16,9	-17,0
I. 36	mercure	Messier	Périce	-0,0	+10,0	+10,0	-13,9	-13,9	+2,5	-16,2	-16,0
II. 37	mercure	Messier	Périce	-0,0	+10,0	+10,0	-13,10	-13,10	+2,5	-16,3	-16,3
38	esprit-de-vin	Briffon	Étal. 1732	-0,1	+9,6	+9,7	-12,0	-11,11	+2,5	-14,4	.....
Milieu. ....										-16,0	

La Table que je viens de rapporter est intéressante ; elle contient, comme l'on voit, le résultat des expériences qui ont été faites par les Commissaires, pour connoître le degré de bonté de chaque thermomètre, & ce que chacun de ces instrumens devoit donner pour le froid de 1776, en supposant que le froid a été dans Paris le même, & que chaque Observateur ait veillé à l'observation du plus grand froid, le 29 Janvier, à 7<sup>h</sup> 15' du matin. Plus tôt ou plus tard que ce moment, l'observation devenoit différente, & en supposant qu'elle ait été faite au moment du plus grand froid, il falloit encore que la position fût telle, que les thermomètres pussent ressentir l'impression du vent d'Est qui régnoit alors, sans cela ils devoient donner un degré de froid moins que les miens.

La colonne V de cette Table, représente par les + & les — ce qu'ont donné les thermomètres au-dessus & au-dessous du point de zéro de leurs échelles, en les mettant dans une grande bassine, remplie de glace fondante, le 9 Février 1776.

La colonne VI représente ce qu'ont donné les thermomètres aux caves de l'Observatoire royal, plongés dans un bain d'eau, y étant restés depuis le 13 Février jusqu'au 16, auquel jour entre 7 & 8 heures du soir les Commissaires les marquèrent. Le thermomètre, n.<sup>o</sup> 38, de M. Briffon, n'y avoit été porté que le 15, & suspendu à un clou seulement; le degré de température y fut marqué le 16, comme les autres; & le 17, entre 9 & 10 heures du matin, nous allâmes M. Baumé & moi, reprendre les thermomètres aux caves, pour les transporter chez lui.

La colonne VII contient la vraie température des caves qu'a donnée chacun des thermomètres, ayant ôté ou ajouté de la température observée, ce qu'avoit donné ces thermomètres en + & en — dans la glace fondante, *colonne V*.

La colonne VIII représente ce qu'ont donné les thermomètres dans le bain de sel & de glace, chez M. Baumé, le 12 Février, en présence des Commissaires, moi présent.

La colonne IX contient le résultat du vrai bain artificiel, de sel & de glace; ayant ôté & ajouté à la colonne VIII ce que les thermomètres avoient donné en + & en — à la glace fondante, *colonne V.*

La colonne X contient le surplus du froid, observé le 29 Janvier, à 7<sup>h</sup> 15' du matin, au-delà de ce que le bain artificiel de sel & de glace a donné à mon thermomètre n.<sup>o</sup> II ou 37; dans le bain artificiel, il a donné 13 degrés  $\frac{10}{12}$  à 16 degrés  $\frac{3}{12}$ , froid observé: différence 2 degrés  $\frac{5}{12}$ , qui étant ajoutée au résultat de la colonne IX, donnera celui de la colonne XI, laquelle marque le degré de froid qui devoit être observé à chacun des thermomètres, le 29 Janvier matin. *Exemple:* le plus grand froid de 1776, fut observé à l'Observatoire royal, le 29 Janvier (a), au thermomètre n.<sup>o</sup> 13 (b) de la Table précédente, à 14 degrés  $\frac{3}{12}$ ; ce thermomètre a donné dans le bain de sel & de glace, 13 degrés  $\frac{8}{12}$ , en y ajoutant 2 degrés  $\frac{5}{12}$  surplus du froid, observé à mon thermomètre n.<sup>o</sup> II, il donne 16 degrés  $\frac{1}{12}$  pour le froid qui devoit être observé à l'Observatoire royal, le 29 Janvier, jour du plus grand froid.

La colonne XII contient les degrés de froid, observés en 1776.

Les Commissaires dans la suite, remirent quelques-uns des thermomètres à un second bain de sel & de glace, en procurant un froid plus considérable que le premier; comme je n'étois pas présent à ce second bain, je n'en parlerai pas dans ce Mémoire, les Commissaires en rendront compte; je ne parle que de ce que j'ai vu, & dont j'ai été témoin oculaire.

Le n.<sup>o</sup> 38 de la Table précédente, représente le résultat d'un gros & grand thermomètre à esprit-de-vin blanc, qui

(a) Gazette de France 1776, n.<sup>o</sup> 11; & Conn. des Temps 1777, p. 353.

(b) Ce thermomètre portoit 55 degrés de dilatation & 16 seulement de condensation; l'échelle assez mal divisée.

a été construit par M.<sup>rs</sup> de Reaumur & l'Abbé Nollet, en 1732, comme je le dirai dans les recherches que j'ai faites du froid de 1709; je n'ai trouvé nulle part que cet instrument fût constaté être l'Étalon de M. de Reaumur; qu'il ait été mis à côté de celui de M. de la Hire, dans la tour de l'Observatoire royal; que l'on ait des observations immédiatement correspondantes avec le thermomètre ancien: il est à présumer que si l'on a quelques observations à ce thermomètre, elles ont été faites rue Saint-Thomas du Louvre, où a demeuré M. de Reaumur (c). Voici une note écrite sur ce thermomètre, de la main de M. l'abbé Nollet: *ce thermomètre a été fait en 1732, vérifié en 1748, par l'abbé Nollet.* Cette vérification ne doit s'entendre que pour la vérification du point de zéro, ou de la première congélation, comme je le dirai dans l'article des recherches sur le froid de 1709, d'après lui-même; le froid de cette année n'a pas été observé à ce thermomètre, & cet instrument ne me paroît être d'aucune utilité pour la recherche du froid de 1709, & pour y rapporter celui de cette année 1776.

En rapportant à cet ancien thermomètre les froids observés cette année 1776, il ne peut en résulter qu'une grande incertitude; cet instrument qui s'échauffe & se refroidit très-lentement, à cause de sa grande masse, n'a pu donner dans les expériences auxquelles il a été soumis que des quantités approchantes. En voici une preuve évidente; le 15 Février, à 11 heures du matin, je descendis avec M. Baumé, aux caves de l'Observatoire royal, pour y placer cet ancien thermomètre, il fut suspendu à un clou, ne pouvant être mis dans le bain d'eau avec les autres thermomètres, à cause de son volume; le 16, entre 7 & 8 heures du soir, les Commissaires se rendirent aux caves, j'étois présent; ils marquèrent par un point rouge, la hauteur de chacun des thermomètres, l'on commença par l'ancien, dans la crainte que la bougie allumée n'échauffât la température de ces caves, & ne fit

---

(c) Mémoires de l'Académie, année 1733, page 429.



remonter la liqueur de l'ancien thermomètre au-dessus de la vraie température ; on resta dans ces caves avec plusieurs bougies allumées, l'espace de trois quarts d'heure, & les Commissaires reconnurent que la liqueur de cet ancien thermomètre, par la chaleur des bougies, étoit remontée d'un demi-degré. Le 17, entre 9 & 10 heures du matin, M. Baumé & moi, nous nous rendîmes aux caves pour enlever tous les thermomètres qui avoient été marqués la veille ; l'ancien n'avoit pas encore repris, au bout de 14 heures, la vraie température qu'on lui avoit marquée ; ce qui fait voir par cette expérience, combien cet ancien thermomètre étoit difficile à se fixer, & combien il reste d'incertitude sur les expériences, auquel il a été soumis, pour y déterminer le froid de 1709, & pour y rapporter celui de cette année 1776. Je ferai voir à la suite de ce Mémoire, que pour déterminer le froid de 1709, ou le connoître, il faudroit employer des observations directes, correspondantes à celles faites au thermomètre de M. de la Hire, & les Mémoires de notre Académie nous offrent ces observations, faites pendant un grand nombre d'années ; ce sont les seules qui peuvent nous faire connoître, le plus près qu'il est possible, le rapport du froid, mesuré en 1709 au thermomètre de M. de la Hire, à celui de M. de Reaumur, placé à côté de l'ancien, dans la tour de l'Observatoire. Suivant moi, c'est-là le seul thermomètre de comparaison (s'il existe encore) qu'on auroit dû prendre pour les expériences, préférable en tout point à celui que l'on a employé.

M. Briffon, de cette Académie, m'a communiqué la note suivante (le 6 Juillet 1776), concernant son grand thermomètre qui a servi aux Commissaires, pour y rapporter le froid de cette année 1776, & pour connoître celui de 1709. Cette note contient des expériences, faites par M. Briffon sur cet ancien instrument. Les voici : « le 1.<sup>er</sup> Mai 1776, j'ai mêlé ensemble trois livres de glace & une livre de sel marin ; dans ce mélange, j'ai plongé mon gros thermomètre, « fait par M. de Reaumur en 1732, & vérifié par M. l'abbé »

» Nollel en 1748 ; il étoit alors à 12 degrés au-dessus du  
 » zéro , dans l'intervalle d'une demi-heure , il est descendu à  
 » environ 10 degrés au-dessous de la congélation ; j'ai plongé  
 » alors dans le même mélange un petit thermomètre , fait par  
 » moi en 1770 ( qui est à l'esprit-de-vin coloré ) , & qui a  
 » été exposé au froid de cette année , au faubourg Montmartre ,  
 » chez M. Allaire , Receveur général des Domaines & Bois ,  
 » qui l'a observé avec le plus grand soin & la plus grande exac-  
 » titude ; ce thermomètre est descendu , en peu de temps , à  
 » 12 degrés & demi au-dessous de la congélation ; le gros  
 » n'étoit alors qu'à 11 degrés au-dessous du même terme ; peu  
 » de temps après le petit a commencé à remonter , ce qui  
 » prouve que le mélange commençoit à se réchauffer ; cepen-  
 » dant le gros continuoît de descendre ; preuve certaine qu'il  
 » n'avoit pas encore pris la vraie température du mélange.  
 » Cette ascension du petit & cette descente du gros , ont encore  
 » duré un quart d'heure , après quoi le gros a commencé à  
 » remonter , c'est alors que j'ai marqué exactement le point où  
 » chacun étoit fixé , & les ai retirés du mélange . Le gros s'est  
 » trouvé à 11 degrés & demi au-dessous de la congélation ,  
 » & le petit à 11 degrés seulement . Il n'est pas étonnant que  
 » la marche du gros ait été plus lente que celle du petit ; la  
 » boule du gros a 3 pouces 5 lignes de diamètre , & celle  
 » du petit n'a que 10 lignes ; ce que je viens de rapporter ,  
 » prouve que le vrai moment où il a fallu comparer ces ther-  
 » momètres , étoit celui où le gros a commencé à remonter ,  
 » & que si on les prend au plus bas terme où chacun est  
 » descendu , on ne peut avoir que des résultats très-défectueux .  
 » Tout ceci prouve que si mon gros thermomètre eût été  
 » placé pendant le froid de cet hiver , à l'endroit où a été  
 » placé le petit , il seroit descendu au moins à 16 degrés au-  
 » dessous de la congélation ; puisque le petit y est descendu  
 » à ce terme . Si l'on veut maintenant comparer le froid de  
 » cet hiver à celui de 1709 , il faudroit savoir à quel degré  
 » du thermomètre de M. de Reaumur répond le froid de  
 » 1709 .

Je rapporterai encore ici quelques expériences qui ont été faites chez M. Baumé. J'avois reçu de Picardie des observations sur le froid de cette année 1776, faites au château d'Hargicourt près de Montdidier, par M. le marquis d'Hargicourt; je rapporterai ces observations ailleurs. Il me mandoit que le 1.<sup>er</sup> Février, son thermomètre descendit à 20 degrés au-dessous de zéro; je lui répondis que j'avois quelques doutes sur cette observation, en conséquence il m'envoya son thermomètre, pour le comparer aux miens, en le mettant à un froid artificiel: ce thermomètre étoit d'esprit-de-vin coloré, construit par Capi en 1774; il portoit 49 degrés de dilatation, & 19 de condensation; 15 degrés de ce thermomètre répondent à 2 pouces du pied-de-roi. Comme toutes les expériences des thermomètres étoient faites par les Commissaires, lorsque ce thermomètre m'est parvenu, je priai M. Baumé de vouloir bien en faire l'expérience avec trois des miens. Nous primes jour au 27 Avril matin.

Ayant mis dans une bassine 15 livres de glace pilée, on y mit les quatre thermomètres, pour y déterminer le zéro de la congélation; savoir :

Mon thermomètre au mercure, *n.<sup>o</sup> II*, qui avoit servi à mesurer le froid de cette année, de 16 degrés  $\frac{1}{4}$ .

Le second, *n.<sup>o</sup> III*, à l'esprit de-vin, auquel le froid du 29 Janvier avoit été observé dans mon Observatoire, de 15 degrés  $\frac{1}{4}$ .

Le troisième à l'esprit-de-vin, *n.<sup>o</sup> VI*, construit par André Bourbon, auquel j'avois observé le froid le 29 Janvier à 16 degrés  $\frac{1}{4}$ , placé à la fenêtre d'une de mes chambres, & à 16 degrés  $\frac{1}{2}$  dans mon Observatoire le 1.<sup>er</sup> Février; ce thermomètre auroit donné davantage le 29 au matin, s'il avoit été placé dans mon Observatoire, comme je le dirai dans la suite.

Et le quatrième étoit celui de M. le marquis d'Hargicourt: le froid observé à ce thermomètre avoit fait rentrer la liqueur dans la boule, & l'on estima 20 degrés de froid.

*Mém. 1776.*

E

Ces quatre thermomètres donnèrent à la glace fondante le degré zéro pour la première congélation.

Pour le froid artificiel, nous mimes 15 livres de glace, pilée & égouttée, avec 7 livres de sel marin que l'on avoit mêlées ensemble. Nous enfonçames au milieu du bain un vase de fer-blanc mince, de 2 pouces de diamètre, 5 de profondeur, & rempli aux  $\frac{4}{5}$  d'esprit-de-vin, dans lequel les quatre thermomètres étoient plongés : l'expérience commença à 11<sup>h</sup> 20'. A 11<sup>h</sup> 30', un thermomètre de M. Baumé, plongé immédiatement dans le bain de sel & de glace, descendit à 20 degrés ; à 11<sup>h</sup> 40', nous l'avions couché presque horizontalement à la superficie du bain ; il resta & se fixa à 20 degrés ; plongé ensuite verticalement dans la bassine jusqu'au fond, où le sel se rassemble ordinairement en forme de bouillie, il remonta de 8 degrés  $\frac{1}{2}$  dans l'espace de deux minutes de temps, tandis que mon thermomètre n.<sup>o</sup> II, dans le bain, donnoit 14 degrés au-dessous de zéro : le vase de fer-blanc touchoit le fond de la bassine.

A midi, on ôta la glace de la bassine avec une écumoire, pour la remettre dans une seconde bassine avec autant de sel marin qu'il y avoit de glace ; ce changement fit descendre le thermomètre de M. Baumé, presque couché à la superficie du bain, de 4 degrés plus bas que dans la première expérience : il donnoit 24 degrés.

A midi trois quarts, les thermomètres dans le bain, étoient descendus au-dessous du degré de froid que j'avois observé cette année, de 16 deg.  $\frac{1}{4}$ . Nous attendîmes au thermomètre n.<sup>o</sup> II, auquel ce froid avoit été observé, que le mercure remontât au degré de froid de 16 degrés  $\frac{1}{4}$  qui étoit indiqué par un fil ; il y parvint lentement par la diminution du froid du bain, & je marquai à ce moment la hauteur des trois autres thermomètres, qui étoit le degré de froid correspondant à celui de 16 degrés  $\frac{1}{4}$  observé. Voici le résultat de ces quatre thermomètres dans le bain de sel & de glace.

<i>Thermomètre n.º II</i> , donnoit le degré de froid observé le 29 Janv.	16 $\frac{1}{4}$ .
<i>Thermomètre n.º III</i> , au même instant.....	15 $\frac{1}{2}$ .
<i>Thermomètre n.º VI</i> , marquoit.....	17 $\frac{3}{4}$ .
Celui du château d'Harcourt.....	14 $\frac{1}{2}$ .

Le thermomètre *n.º III*, dans le bain marquoit 15 degrés  $\frac{1}{4}$ , qui est précisément le même froid que j'ai observé à ce thermomètre placé dans mon Observatoire à côté du *n.º II*, le 29 Janvier matin.

Le thermomètre *n.º VI* dans le bain, donna 17 degrés  $\frac{3}{4}$ , & le froid observé à ce thermomètre, placé à la croisée d'une de mes chambres, y avoit été observé de 16 degrés  $\frac{1}{4}$  le 29 Janvier: ce thermomètre placé ensuite à mon Observatoire, marqua, le 1.<sup>er</sup> Février à 7 heures 20 minutes du matin, 16 degrés  $\frac{1}{2}$ . Si ce thermomètre avoit été mis le 29 Janvier au matin, à côté des *n.ºs II & III*, à mon Observatoire, où le froid étoit plus considérable de 1 degré  $\frac{1}{4}$  qu'à la fenêtre de la chambre où il étoit placé, comme on peut le voir par les deux dernières observations correspondantes de la Table 1.<sup>re</sup>, il auroit donné 16 degrés  $\frac{1}{4}$ , plus 1 degré  $\frac{1}{4}$ , c'est-à-dire, 17 degrés  $\frac{1}{2}$ ; un quart de degré de moins que ce qu'il avoit donné dans le bain de sel & de glace. Ces observations faites au froid du bain artificiel, comparé au froid naturel observé à ces thermomètres, donnent une correspondance bien exacte: ces expériences font voir avec évidence, que le degré marqué dans la *colonne XI* de la Table des expériences faites par les Commissaires, sur les thermomètres, est le vrai froid qui devoit être observé à chacun de ces instrumens, en supposant un froid égal dans tout Paris, & généralement il étoit à peu de chose près le même. La mauvaise position des thermomètres, l'heure à laquelle on a observé, n'ont pu que produire les différences que l'on trouve dans les observations du froid le 29 Janvier. Mes observations faites au milieu de Paris, devoient même donner quelque chose de moins que celles qui ont été faites aux extrémités ou aux environs de cette grande ville, si les

Observateurs ont eu soin de saisir l'heure du plus grand froid, & de tenir leurs thermomètres à un air libre, dirigé à l'Est, qui étoit le vent qui régnoit au moment du plus grand froid le 29 Janvier.

Le thermomètre du château d'Hargicourt, donna dans le bain artificiel 14 degrés  $\frac{2}{3}$ , qui répondent à 16 degrés  $\frac{1}{4}$  de mon thermomètre n.<sup>o</sup> II: le froid fut observé à cet instrument le 1.<sup>er</sup> Février à 20 degrés. Il résulte, d'après l'expérience du bain de sel & de glace, que le froid observé ne devoit être que de 18 degrés  $\frac{5}{12}$ , au lieu de 20.

D'après cette expérience, je ne prétends pas dire que le froid observé au château d'Hargicourt de 20 degrés, n'a dû être que de 18 degrés  $\frac{5}{12}$ ; bien des causes que l'on ne connoît pas encore, peuvent concourir à rendre le froid plus ou moins considérable. Le thermomètre de M. le marquis d'Hargicourt, étoit placé avantageusement, exposé au Nord, d'où le vent venoit par une vallée assez large & assez longue, formant une espèce d'entonnoir, ce qui étoit bien capable d'augmenter le degré de froid. Pour le prouver, j'en rapporterai ici un exemple.

*Observation d'un Froid prématuré & bien extraordinaire.*

Au mois de Juillet 1774, je fis faire par Assié Périca, deux thermomètres en spirale, l'un au mercure & l'autre à l'esprit-de-vin; les tubes calibrés, l'un & l'autre avoient l'échelle de M. de Reaumur, celui de mercure portoit l'eau bouillante 80 degrés; j'avois été témoin de la graduation de leurs échelles, & la marche des deux étoit égale dans les degrés de dilatation: ces deux thermomètres qui appartenoient à S. A. S. le Prince Louis régnant de Salm-Salm, furent portés à Senones, chef-lieu de la Principauté dans les Volges: M. l'abbé Chaligny, Aumônier du Prince, & ancien Professeur de Mathématiques à Metz, prit soin de ces deux thermomètres, & me manda; « J'ai voulu m'assurer de la » marche de vos deux thermomètres, j'ai mis l'un & l'autre

à la glace pilée; celui au mercure marquoit un demi-degré « au-dessus de zéro; le second, à l'esprit-de-vin, un demi-degré « au-dessous: ayant placé avantageusement ces deux thermo- « mètres, au mois de Novembre 1774, j'observai les froids « rapportés dans la Table qui suit ».

1774.	HEURES du JOUR.	BARO. MÈTRE.	THERM. au mercure.	THERM. à esprit-de-vin.	VENT.	ÉTAT DU CIEL.
	Heur.	Pont. Lig.	Deg.	Deg.		
Nov. 22	mat. 7 $\frac{1}{2}$	27. 1 $\frac{1}{2}$	— 9 $\frac{1}{2}$	— 10	....	neige.
	soir 8	.....	— 10	— 10 $\frac{1}{4}$	....	
23	mat. 6 $\frac{1}{2}$	27. 0 $\frac{1}{2}$	— 9	.....	....	
	mat. 7 $\frac{1}{2}$	.....	— 9	.....	....	
24	soir 8	.....	— 10	— 11	....	neige.
	mat. 7 $\frac{1}{2}$	26. 8 $\frac{3}{4}$	— 4 $\frac{3}{4}$	.....	....	
26	soir 9	26. 5	.....	.....	....	
	mat. 5 $\frac{1}{2}$	26. 9	— 5 $\frac{1}{2}$	.....	....	
27	soir 8 $\frac{1}{2}$	.....	— 6 $\frac{1}{4}$	.....	....	ciel serein.
	mat. 6 $\frac{1}{2}$	27. 0 $\frac{3}{4}$	— 14	— 15	N. E.	
28	mat. 7 $\frac{1}{2}$	.....	— 15	— 15 $\frac{3}{4}$	....	ciel nébuleux.
	mat. 8	.....	— 15 $\frac{1}{4}$	— 16	....	
29	mat. 6 $\frac{1}{2}$	26. 3	— 11 $\frac{1}{4}$	— 12 $\frac{1}{2}$	....	
	mat. 8	.....	— 11 $\frac{1}{4}$	— 12 $\frac{1}{2}$	....	
30	mat. 7	26. 9	— 3	— 4 $\frac{1}{2}$	....	
	mat.	26. 7 $\frac{1}{2}$	— 0	— 0 $\frac{1}{4}$	....	

Les moins — dans cette Table avant les chiffres, indiquent les degrés de froids observés au-dessous de la première congélation. On voit par cette Table, que le plus grand froid fut observé le 27 Novembre à 8 heures du matin, par un ciel serein, le vent Nord-est: le thermomètre au mercure descendit à 15 degrés  $\frac{1}{4}$ , & celui à l'esprit-de-vin à 16 degrés au-dessous de zéro: la terre étoit couverte d'un pied de neige. A Paris, le même jour 27 Novembre, à 7 heures & demie

du matin, j'observai de mon Observatoire, le froid à 7 degrés au-dessous de zéro: le ciel étoit, de même qu'à Senones, ferein, le vent aussi le même, Nord-est: le baromètre étoit à 28 pouces 0 lignes  $\frac{1}{4}$ : les trois jours avant le 27, il étoit tombé à Paris 15 lignes de neige, qui existoient le 27. On voit que le même jour, à la même heure, & les circonstances étant les mêmes, pour le ciel, pour le vent & la neige, à Paris comme à Senones, le froid fut plus considérable à Senones qu'à Paris, de 9 degrés: cependant Senones & Paris sont sous la même latitude. Latitude de Senones  $48^{\circ} 23' 7''$ , & Senones est à  $18' 30''$  de temps à l'orient de Paris. Le sol de Senones est plus élevé que la Seine à Paris, lorsque la rivière est à 4 pieds de l'échelle tracée à une des arches du Pont-royal, de 825 pieds (*d*). Sa position est dans un fond, environné de montagnes qui tiennent à la ville, élevées de 12 à 1500 pieds. La plus grande partie des pentes de ces montagnes qui regardent Senones sont stériles & sablonneuses; les sommets sont couverts de sapins; une colline laissée le vent du Nord-est libre, pour se faire sentir à Senones, & c'est à cette position que les thermomètres étoient placés. M. l'abbé Chaligny termine sa Lettre, en disant: « Personne à Senones & dans les environs, » ne se souvient d'avoir éprouvé un froid aussi vif & aussi prématuré que celui du 27 Novembre 1774. »

D'après ce que je viens de rapporter, ce froid paroît bien extraordinaire, vu les circonstances & les rapports qui se trouvent à peu de chose près les mêmes; les causes d'une si grande disproportion, paroissent extrêmement difficiles à expliquer: c'est aux Physiciens à en tirer les conséquences. Ce fait est constaté par l'observation, & ne peut être révoqué en doute.

Je rapporte ici les observations correspondantes à celles de Senones, que j'ai faites à Paris.

---

(*d*) Mémoires de l'Académie, année 1772, 1.<sup>re</sup> Partie, page 472.



1774.	HEURES du JOUR.	BARO- MÈTRE.	THER- MOMÈT.	VENTS.	ÉTAT DU CIEL.
	Heur.	Pou. Lig.	Deg.		
Nov. 22	mat. 7 $\frac{1}{2}$	28. 2,0	— 4 $\frac{1}{4}$	N. E.	couvert, en partie la nuit dernière.
	soir 1	28. 1,0	— 1 $\frac{1}{4}$	N. E.	couvert, & nuages rares la matinée.
	soir 10	27. 11,7	— 3	.....	couvert, & l'après-midi, neige le soir, la terre couverte.
23	mat. 7 $\frac{1}{2}$	27. 11,10	— 4	S. E.	couvert, & la nuit dernière, neige 3 lignes.
	midi $\frac{1}{4}$	28. 0,10	— 1 $\frac{1}{2}$	S. E.	serain, & une partie de la nuit.
	soir 10	27. 11,9	— 4	.....	couvert, serain l'après-midi.
24	mat. 7 $\frac{1}{2}$	27. 6,6	— 1 $\frac{1}{4}$	S. O.	couvert, & la nuit dernière avec neige 3 lignes.
	soir 1	27. 5,6	3 $\frac{1}{2}$	N. O.	serain, en partie la matinée.
	soir 10	27. 4,8	— 1	.....	serain, peu de soleil l'après-midi.
26	mat. 8	27. 10,3	— 3 $\frac{1}{4}$	N.	couvert en grande partie, serain la nuit dernière.
	midi $\frac{1}{4}$	27. 10,4	— 0 $\frac{1}{2}$	N.	couvert & la matinée, neige 2 lignes.
	soir 10	28. 0,2	— 3 $\frac{1}{2}$	.....	couvert, neige l'après-midi 2 lignes.
27	mat. 7 $\frac{1}{2}$	28. 1,8	— 7	N. E.	serain & une partie de la nuit; la rivière charie.
	midi $\frac{1}{4}$	28. 2,3	— 3	N. E.	serain, la matinée quelques nuages.
	soir 10	28. 2,9	— 4	.....	couvert également depuis 5 heures & demie; serain l'après-midi.
28	mat. 8	28. 2,0	— 6	S.	couvert & la nuit dernière.
	midi $\frac{1}{4}$	28. 1,5 <sup>m</sup>	— 2 $\frac{1}{2}$	S.	couvert & la matinée.
	soir 10	27. 9,0	— 3	.....	couvert, neige l'après-midi 4 lignes, & grand vent.
29	mat. 7 $\frac{1}{2}$	27. 7,0	1	S. O.	couvert, & la nuit dernière.
	midi $\frac{1}{4}$	27. 7,1	3	N. O.	pluie fine, peu de soleil la matinée.
	soir 10	27. 6,3	— 0	.....	couvert, pluie & neige l'après-midi.
30	mat. 7 $\frac{1}{2}$	27. 5,10	0 $\frac{1}{2}$	S. O.	couvert, & la nuit dernière.

J'ai reçu depuis la composition de ce Mémoire, de nouvelles observations faites à Senones, au mois de Janvier 1777, qui sont encore plus extraordinaires que celles que je viens de rapporter du mois de Novembre 1774. Les voici :

*Lettre de M. l'abbé Chaligny, datée de Senones, le 31  
Janvier 1777.*

« J'avois autrefois gradué un thermomètre au mercure &  
» à grand point, je l'ai comparé au vôtre, qui est à l'esprit-de-  
» vin, & j'ai eu la satisfaction de voir leur accord, dans un  
» terme assez important, celui du grand froid de l'an passé. Je  
» crois pouvoir assurer que nous avons eu cette année 1777,  
» un demi-degré de plus. Voici quelques observations: elles  
» ne sont pas complètes, parce que je ne me suis soucié que  
» de ce qui peut faire époque. »

1777.	HEURES du J O U R.	THERMOM. à esprit-de-vin.	THERMOM. au mercure.
	Heur.	Deg.	Deg.
Janv. 2	matin	— 10 $\frac{1}{2}$	.....
3	matin	— 11 $\frac{1}{2}$	.....
9	matin 6 $\frac{1}{2}$	— 15 $\frac{3}{4}$	— 15.
	matin 7 $\frac{1}{2}$	— 16 $\frac{1}{4}$	— 15 $\frac{1}{3}$ .

« Les jours suivans, le froid n'a plus été que de 8 à 9  
» degrés. Je puis ajouter que j'ai porté un thermomètre der-  
» rière le château, au plus haut étage, pour le comparer avec  
» les autres, & que là, il se tenoit plus bas, de plus d'un demi-  
» degré: nous avons 4 pieds de hauteur moyenne de neige,  
» & dans des vallons ou précipices, 10 à 12 pieds. »

Je rapporterai ici les Observations correspondantes à celles  
de Senones, faites à Paris à mon Observatoire; on les trou-  
vera bien différentes.

1777.

1777.	HEURES du JOUR.	BARO- MÈTRE.	THERM. au Mercure.	VENTS.	ÉTAT DU CIEL.
	<i>Heur.</i>	<i>po. ligne.</i>	<i>Deg.</i>		
Janv. 2	mat. 7 $\frac{1}{2}$	28. 0,4	— 3 $\frac{1}{2}$	N.	couvert également, neige la nuit dernière, 2 lignes.
3	mat. 7 $\frac{1}{2}$	27. 10,9	— 2	N.N.E.	couvert de même, neige la nuit dernière, 1 pouce 8 lignes.
8	mat. 7 $\frac{1}{2}$	27. 9,1	— 6 $\frac{1}{4}$	S. O.	couvert de même, plus grand froid de l'hiver à Paris.
9	mat. 7 $\frac{1}{2}$	27. 11,5	— 4 $\frac{1}{2}$	S. O.	beau temps, & en grande partie couvert les jours précédens.
10	mat. 8	27. 11,0	— 0	S. O.	couv. également de brouillard élevé.

Le 3, dans la journée, il étoit tombé 2 lignes de neige; le 4, 3 lignes; le 5, 1 ligne; le 6, 1 ligne; le 7, 4 lignes; & le 8, 4 lignes; avec celle tombée pendant la nuit, 1 pouce 10 lignes: en tout, 3 pouces 1 ligne, qui existoit le 10.

En comparant les observations de Senones avec celles faites à Paris, que je viens de rapporter, la différence est considérable pour le froid: elle va à 12 degrés, & il y a 3 degrés de plus en 1777 qu'au mois de Novembre 1774. Ce qui est encore remarquable, c'est qu'au mois de Janvier 1776, le froid étoit, à peu de chose près, le même à Senones & à Paris, & il y avoit également de la neige sur terre dans l'un & l'autre endroit.

## ARTICLE VIII.

### *Température des Caves de l'Observatoire Royal.*

QUELQUES Astronomes soupçonnent que la température des caves de l'Observatoire royal a changé, & qu'elle varie, suivant les différentes températures du chaud & du froid, on a dit s'en être assuré par des observations. Cependant l'auteur anonyme d'un thermomètre universel, rapporte dans les *Acta Helvetica, volumen III. Basilea, 1758, page 27*, « que la température de la niche des caves de l'Observatoire royal, est

*Mém. 1776.*

F

» qui est à 84 pieds, ne reçoit jamais la moindre variation ,  
 » dans quelque temps que ce soit. C'est ce que j'ai vérifié bien  
 des fois, tant en été qu'en hiver, avec les mêmes instrumens. »

Et *page 30* : « Par une observation faite le 17 Juillet 1741,  
 » avec deux de mes thermomètres, dans une mine, située à  
 » *Ardinghem*, entre Calais & Boulogne, dont la profondeur  
 » étoit de 447 pieds de roi, on a trouvé que la température  
 » de cette mine à cette profondeur, étoit précisément la même  
 » que celle de la cave de l'Observatoire. Cette expérience fut  
 faite avec soin & intelligence. »

*Même page* : « Par une autre observation, faite à *Salelle*  
 » près de *Carcaffonne*, en 1741, & plusieurs fois réitérée en  
 » 1742, dans une grotte enfoncée sous plus de 60 toises de  
 » marbre ou de terre, au-dessus, & jusqu'à 500 pas en avant,  
 » & dans les diverses places de cette grotte, on a trouvé pré-  
 cisément le même degré de température que le précédent. »

Mais on lit dans les Leçons de physique de M. l'abbé Nollet,  
*tome IV, page 134* : « Sur le témoignage de M. Cassini,  
 » les caves même de l'Observatoire changent sensiblement. »  
*(Page 399)* : « Nous savons présentement, à n'en plus  
 » douter, que cette température souterraine n'est point fixe,  
 » comme il faudroit qu'elle le fût, & comme on l'a supposé  
 long-temps. » *(Page 385)* : « Savoit-on que dans les caves  
 » profondes & dans les autres souterrains, il ne fait ni plus  
 » chaud en hiver, ni plus froid en été que dans les autres  
 » saisons de l'année, ou que, s'il y a des différences, elles  
 sont très-peu considérables. » Pour moi, j'estime que cette  
 température est toujours la même, ou très-peu s'en faut. Pour  
 décider la question, il faudroit avoir d'anciennes observa-  
 tions, & les mêmes instrumens sur lesquels elles auroient  
 été faites, & le degré de la température qui auroit été pris  
 & constaté alors avec toutes les précautions nécessaires; mais  
 jusqu'à présent, on ne s'est servi pour cette opération, que  
 de moyens très-insuffisans; on se contentoit de porter dans  
 les caves, & de suspendre à un clou, les instrumens, & de  
 les laisser du matin jusqu'au soir, & même quelques heures

seulement ; encore y descendoit-on avec un flambeau que l'on laissoit souvent , à la vérité , au bas de l'escalier qui est très-étroit , & qui est la seule ouverture ; mais qui doit infailliblement changer de quelque chose la température des caves , selon le temps qu'il y séjourne ; l'expérience faite au mois de Février dernier , sur le thermomètre de M. de Reaumur , aujourd'hui de M. Brillon , en est la preuve. Le moyen le plus sûr pour faire cette observation avec exactitude , est d'y porter d'abord de l'eau dans un vase , & de l'y laisser plusieurs jours pour lui donner le temps d'être pénétrée par la température de la cave , ensuite d'y plonger les thermomètres , & d'aller vingt-quatre heures après , tout au plus tôt , saisir promptement , à l'aide d'une simple bougie , le point où se trouvera alors la liqueur de l'instrument ; c'est le moyen que M. Baumé a employé pour vérifier ce degré de température , sur les thermomètres avec lesquels on avoit observé le froid de cette année.

*OBSERVATIONS sur la Température de ces Caves , & de celles qui sont à l'Hôtel de Clugny.*

Le 9 Novembre 1775 , à 7 heures  $\frac{1}{2}$  du soir , le baromètre étant à 28 pouces 0 ligne  $\frac{3}{12}$  , & le thermomètre à l'ombre & à l'air libre , à 6 degrés de dilatation ; je portai dans les caves de l'hôtel de Clugny , à 16 pieds de profondeur , à compter du niveau de la cour , quatre thermomètres déjà cités dans ce Mémoire ; savoir , les *N.<sup>os</sup> I, II* au mercure , *III & IV* à l'esprit-de-vin ; ils y passèrent la nuit , & le lendemain 10 , à 8 heures du matin , je trouvai que les quatre thermomètres marquoient 9 degrés  $\frac{3}{4}$  de dilatation pour la température de ces caves ; le baromètre étoit à 28 pouces 1 ligne  $\frac{5}{12}$  , & le thermomètre à l'air libre , à 4 degrés  $\frac{1}{2}$  au-dessus de zéro.

Le grand froid du mois de Janvier 1776 , m'ayant fait conjecturer que la température des caves de l'hôtel de Clugny pouvoit être changée considérablement ; le 30 Janvier , après

avoir observé le degré de froid, à mon Observatoire, au thermomètre *n.º III*, je le portai à 9 heures  $\frac{1}{2}$  du soir aux caves, pour connoître le changement de température que le froid pouvoit y occasionner; je le mis au même clou, où il avoit été le 9 Novembre dernier, il y passa la nuit, & le lendemain 31, à 6 heures  $\frac{1}{2}$  du matin, il marquoit seulement 4 degrés au-dessus de zéro, 5 degrés  $\frac{3}{4}$  de moins qu'au mois de Novembre; la nuit du 30 au 31 Janvier, le thermomètre à mon Observatoire avoit marqué 12 degrés de froid, & le 31, à 7<sup>h</sup> 20' du matin, il y avoit 13 degrés  $\frac{1}{2}$  au thermomètre *n.º II*.

Le 31 Janvier, à 11 heures du soir, je remis aux mêmes caves le thermomètre *n.º III*, en le plaçant au même endroit où il avoit été la veille; le lendemain 1.<sup>er</sup> Février, à 6 heures du matin, je le trouvai au même degré, 4 degrés au-dessus de zéro.

D'après ces observations, qui donnoient une si grande différence pour la température de ces caves, occasionnée par le froid; je fus curieux de savoir, si les caves de l'Observatoire royal subiroient aussi quelque changement de température, comme celles de l'hôtel de Clugny. Le 1.<sup>er</sup> Février 1776, à 10 heures  $\frac{1}{2}$  du matin, je descendis dans les caves, accompagné du Suisse de l'Observatoire, qui portoit un flambeau allumé, & le déposa au pied de l'escalier; je plaçai à des clous, dans l'endroit où l'on met ordinairement les thermomètres, le thermomètre au mercure *n.º I*; un second à l'esprit-de-vin *n.º III*; & un troisième plus grand à l'esprit-de-vin, la boule en olive, réglé dans les degrés de condensation sur le froid observé cette année au thermomètre *n.º II*; ce grand thermomètre est numéroté *IX*: je laissai ces trois instrumens aux caves, jusqu'au lendemain à 10 heures du matin, que j'y descendis avec une petite bougie allumée, & mise dans une lanterne, précaution qui étoit nécessaire pour ne pas changer la température de ces caves, ce qui seroit arrivé si j'y étois descendu avec un flambeau. Je trouvai que les trois thermomètres marquoient, savoir, le *n.º I* au mercure,

10 degrés juste; le *n.º III*, 10 degrés  $\frac{1}{6}$ ; & le grand *n.º IX*, 10 degrés  $\frac{1}{7}$ . La veille, en dépolant ces trois thermomètres aux caves, j'avois recommandé au Suisse de tenir les caves fermées, dans la crainte qu'on n'en changeât la température en y descendant avec un flambeau; quand j'allai les reprendre, le Suisse m'assura que personne n'y étoit descendu.

Le 2 Février, à 8 heures  $\frac{1}{2}$  du soir, je mis aux caves de l'hôtel de Clugny, le thermomètre *n.º III*; le lendemain 3, à 8 heures du matin, il marquoit 5 degrés  $\frac{1}{2}$  au-dessus de zéro.

Le 4 Février, à 8 heures  $\frac{1}{2}$  du soir, je remis encore aux caves le même thermomètre *n.º III*; le lendemain 5, à 8 heures du matin, il étoit à 5 degrés  $\frac{1}{4}$ .

Le 13 Février, les thermomètres qui avoient été employés à mesurer le froid, furent portés aux caves de l'Observatoire royal, par les Commissaires; ils y restèrent jusqu'au 16. J'y avois porté mes thermomètres, & ils donnèrent pour la température des caves, savoir, le *n.º I* dans le bain, 10 degrés; le *n.º II* également 10 degrés juste; les autres thermomètres, que j'avois suspendus à des clous, donnèrent, le *n.º III*, 10 degrés  $\frac{1}{6}$ , comme la nuit du 1.<sup>er</sup> au 2 Février; le *n.º IV* de même, 10 degrés  $\frac{1}{6}$ ; le *n.º VI*, 10 degrés  $\frac{1}{4}$ ; le *n.º V*, 10 degrés; & le *n.º VIII* également 10 degrés.

Dans le Journal de Physique, tome IV, partie VI, page 480, mois de Décembre 1774. On lit : « Il vient de s'élever un doute sur un changement arrivé dans la température des caves de l'Observatoire royal de Paris; on a observé à trente années de distance (*e*), avec le même thermomètre à l'esprit-de-vin, le degré de la température de ces caves, dont la profondeur depuis le rez-de-chaussée est de 85 pieds; cette température, en Mars 1733, étoit de 10 degrés  $\frac{1}{4}$ ; en Mars 1773, elle étoit de 8 degrés  $\frac{1}{2}$ ; c'est-à-dire, 1 degré  $\frac{3}{4}$  plus froide en 1773 qu'en 1733, ce qui répond à une différence de 7 lignes sur le thermomètre dont on s'est également »

---

(*e*) On auroit dû dire quarante années.

» servi dans les deux différentes observations; mais cette variation  
 » de température a besoin d'être vérifiée de nouveau, l'esprit-  
 » de-vin du thermomètre est devenu presque blanc, & peut-  
 » être sa graduation ne répond-elle plus à  $100 \frac{2}{3}$  dans l'eau  
 » bouillante, à  $32$  degrés  $\frac{1}{2}$  de la chaleur naturelle du corps  
 » humain, à zéro dans l'eau qui gèle, & à  $15$  au-dessous de  
 » la congélation, dans un mélange de deux parties de glace  
 » qui fond, & d'une partie de sel marin, ce qui produit à-peu-  
 près le plus grand froid qu'on ait à Paris.»

Dans ce que je viens de rapporter, on a eu raison de dire que cette variation de température des caves de l'Observatoire royal, demandoit *d'être vérifiée de nouveau*. Le thermomètre dont il est parlé, fut envoyé chez M. Baumé, le 9 Février 1776, pour être soumis avec les autres thermomètres aux expériences des Commissaires; j'étois présent, & je reconnus cet instrument par le détail que je viens de rapporter; je pris un soin particulier de ce thermomètre; la division de la planche étoit gravée, l'échelle portoit 65 degrés de dilatation, & 30 degrés de condensation. Il avoit pour titre : *Thermomètre construit sur les principes de M. de Reaumur, de l'Académie Royale des Sciences, 1734*. Le grand chaud des années 1706, 1707 & 1724, y est rapporté à  $29$  degrés  $\frac{2}{3}$ ; la température des caves,  $10$  degrés  $\frac{1}{4}$ ; le froid de 1709,  $14$  degrés  $\frac{2}{3}$ , toutes ces quantités sont gravées; vis-à-vis la température de  $10$  degrés  $\frac{1}{4}$ , il étoit écrit au crayon, M. 1734; & à  $8$  degrés  $\frac{1}{2}$ , un trait à l'encre & au crayon, M. 1773: la boule de ce thermomètre avoit 17 lignes de diamètre, &  $10$  degrés de dilatation à compter de zéro, occupoient 3 pouces 2 lignes  $\frac{1}{2}$  du pied-de-roi. Je mis ce thermomètre, le 9 Février, dans la grande bassine remplie de glace fondante pour bien connoître le commencement de la division de zéro; il fut long-temps à se fixer; à ce point je mis un fil ciré; cet instrument fut porté aux caves de l'Observatoire le 13, mis avec les autres thermomètres dans le bain, il y resta jusqu'au 16, & le 16, je trouvai qu'il donnoit pour la température des caves,  $10$  degrés  $\frac{1}{12}$ ,  $\frac{2}{12}$  de degré



de moins qu'en 1734, & 1 degré  $\frac{7}{12}$  de plus qu'au mois de Mars 1773. Il y a lieu de présumer que la différence de température annoncée, est provenue du thermomètre qui aura descendu de sa planche, n'y ayant rien sous la boule pour le contenir.

M. le Gentil, de cette Académie, qui a fait également des observations sur le changement de température des caves de l'Observatoire royal, en a rendu compte à l'Académie dans un Mémoire, le 14 Février 1776.

*TABLE contenant les observations sur la Température des Caves de l'Observatoire royal, & de celles de l'hôtel de Clugny ; à mes Thermomètres.*

	JOURS des THERMOM. aux Caves.	CAVES de Clugny.	CAVES de l'Observat.	NUMÉROS des THERMOM.
		Deg. 12. <sup>me</sup>	Deg.	
1775. Novembre.	9 au 10	9,9	.....	I.
		9,9	.....	II.
		9,9	.....	III.
		9,9	.....	IV.
1776. Janvier... Février....	30 au 31	4,0	.....	III.
	31 au 1. <sup>er</sup>	4,0	.....	III.
	1 au 2	.....	10,0	I.
		.....	10,0 $\frac{1}{6}$	III.
		.....	10,0 $\frac{1}{5}$	IX.
	2 au 3	5,6	.....	III.
	4 au 5	5,3	.....	III.
	13 au 16	.....	10,0	I.
		.....	10,0	II.
		.....	10,0 $\frac{1}{6}$	III.
		.....	10,0 $\frac{1}{6}$	IV.
		.....	10,0 $\frac{1}{4}$	VI.
		.....	10,0	V.
		.....	10,0	VII.
		.....	10,0	VIII.

## ARTICLE IX.

*Observations sur la difficulté qu'a eu la rivière de Seine de charier & de se geler, sur la durée de ses glaces, & les vapeurs & fumées qui sortoient de ses eaux pendant la gelée.*

LES grands froids qui sont de longue durée, peuvent être précédés par des circonstances que l'on ne connoît pas encore, & je rapporterai ici un petit détail de ce qui avoit précédé le froid extraordinaire du commencement de cette année 1776 : ces détails pourront peut-être, dans la suite des temps, être de quelque utilité. Le printemps, l'été & l'automne de 1775 furent très-beaux; & généralement par toute la France, la chaleur fut grande & constante, ce qui occasionna une très-grande sécheresse, & depuis un grand nombre d'années, on n'avoit pas vu une année semblable à celle de 1775. Vers la fin de l'année, on eut des brouillards considérables & constans; le mois de Novembre en offrit 21 jours, le mois de Décembre autant; il y en eut en Janvier 1776, les 1, 2, 3, 6, 8, 9, & la suite est rapportée dans les Tables qui sont au commencement de ce Mémoire: la plupart de ces brouillards étoient élevés; ils occasionnèrent des rhumes dans les provinces du royaume & dans une grande partie de l'Europe; peu de monde en fut exempt, & beaucoup de gens en périrent: cette espèce de rhume fut nommée la *grippe*, & cette dénomination devint générale.

Le 30 Octobre 1775, on ressentit à Paris, & dans les environs, dans le Maine & dans la Normandie, un tremblement de terre, vers les 10 heures  $\frac{3}{4}$  du matin, très-sensible dans cette dernière province. Je rendrai compte à l'Académie de ce tremblement de terre dans un autre Mémoire, l'ayant ressenti moi-même à Corbeil, 7 lieues au-dessus de Paris, à 10<sup>h</sup> 42' du matin. Je ne cite ce tremblement de terre, que parce que plusieurs personnes prétendoient qu'il pouvoit avoir contribué, en passant par des souterrains, à empêcher la rivière de Seine de se geler pendant les grands froids du mois de Janvier,

Depuis

Depuis le 9 Janvier, que la gelée commença, & que le froid alla en augmentant, passant 9 degrés de glace, comme on peut le voir dans la première Table de ce Mémoire, la rivière ne charia de glaçons que le 19, continua de charier jusqu'au 24, & ne fut prise & gelée que la nuit du 24 au 25, au-delà des Ponts, après avoir eu des froids de 10 à 11 degrés: phénomène assez remarquable; & l'Académie invita les Physiciens à faire des recherches sur cet objet. Le froid de 1709 se trouva dans la même circonstance; la rivière de Seine ne gela pas totalement; le milieu de son courant resta toujours libre à Paris (f): Et M. l'abbé Nollet rapporte (g), après avoir parlé de la formation de la glace: « C'est ainsi qu'on peut expliquer un fait qui parut fort singulier dans le temps qu'on l'observa, & qui le paroît encore tellement aujourd'hui, que bien des gens refusent de le croire, quoiqu'il soit bien attesté. Pendant l'hiver de 1709, la Seine ne fut point entièrement prise; il y eut toujours un courant découvert entre le Pont-neuf & le Pont-royal, & l'on fait cependant que cette rivière se gèle communément par un froid de 8 ou 10 degrés, plus foible par conséquent que celui de 1709, qui fut de 15 degrés & demi. Il est singulier, de pouvoir dire en pareil cas : *la rivière ne se glace point tout-à-fait, parce qu'il fait trop froid.* » La circonstance de 1709 ne fut pas exactement la même que celle de cette année: En 1709, le froid fut très-subit, très-âpre dans son commencement, & moins long dans la plus grande rigueur. M. de la Hire rapporte dans les Mémoires de l'Académie (h): « Le froid du commencement de cette année (1709) a été excessif, avec beaucoup de neige; mon thermomètre descendit jusqu'à 5 parties le 13 & le 14 de Janvier; les jours suivans, étant un peu remonté, il revint à 6 parties le 20, & le 21, à 5  $\frac{3}{4}$ ; ensuite, le froid diminua peu-à-peu: Ce «

---

(f) Histoire de l'Académie, année 1709, page 9.

(g) Leçons de Physique, tome IV, page 127.

(h) Mémoires de l'Académie, année 1710, page 140.

» grand froid fut fort sensible; car le 4 Janvier, le thermomètre étoit à 42 parties, fort près du moyen que j'ai déterminé à 48; le 6, il vint à 30, le 7, à 22, le 10, à 9, & enfin le 13 à 5. Ce fut sans doute ce changement subit qui parut si extraordinaire; & ce qui surprit encore, c'est que ce grand froid survint sans aucun vent considérable, ou il n'y en avoit qu'un très-foible vers le Sud; & lorsque le vent augmentoit & tournoit vers le Nord, le froid diminuoit. L'hiver de 1709 a duré long-temps, car le 13 Mars, il geloit encore très-fort, le thermomètre étant à 24 parties.

L'eau tombée & mesurée à l'Observatoire royal, par M. de la Hire, en 1709, fut de 21 pouces 9 lignes  $\frac{1}{8}$ .

Le froid ayant commencé à Paris, le 9 Janvier 1776, par un vent de Nord-est & le ciel couvert, du 9 au 19; la gelée alla en augmentant, il geloit à toutes les heures du jour & de la nuit avec des degrés de froid, de 6, 7, 8 & 9 degrés  $\frac{1}{4}$ , comme on peut le voir à la première Table de ce Mémoire; le thermomètre qui marquoit ces froids, n'étoit pas placé encore avantageusement pour les recevoir, il étoit à la fenêtre d'une de mes chambres; & cette position avec celle de mon Observatoire, donnoit une différence de 1 degré  $\frac{1}{4}$ , comme je le vérifiai, le 19 Janvier, à 11 heures du soir; ainsi en ajoutant 1 degré  $\frac{1}{4}$ , aux degrés de froids que je viens de rapporter, il donneroit 7 degrés  $\frac{1}{4}$ , 8 degrés  $\frac{1}{4}$ , 9 degrés  $\frac{1}{4}$ , & 10 degrés  $\frac{1}{2}$ ; malgré des froids aussi grands, depuis le 9 jusqu'au 19 Janvier, la rivière de Seine ne charia aucuns glaçons; le ciel pendant ce temps avoit été presque continuellement couvert de brouillards élevés; le vent, excepté le 11 & le 12, fut au Nord-est; le 11, l'après-midi, il tomba 1 pouce 8 lignes de neige; la nuit du 11 au 12, 1 pouce 10 lignes; le 12 l'après-midi, 6 lignes; le 13, 6 lignes; la nuit du 13 au 14, 6 lignes; ce qui donnoit 5 pouces de neige; elle étoit très-fine, & provenoit des brouillards élevés: cette neige resta en totalité, pendant toute la gelée, la terre qui étoit gelée par les premiers froids l'empêchoit de fondre.

La nuit du 24 au 25, la rivière se gela au-dessus & au-dessous du pont de la Tournelle & du Pont-royal vers Sèves & Choisi. Ne pourroit-on pas conjecturer que la rivière de Seine n'a charié & n'a été prise difficilement, qu'à cause que le ciel étoit continuellement couvert de brouillards élevés; qu'un ciel serein, contribueroit beaucoup à la faire prendre, & qu'enfin les effets du Soleil, avant son lever & à l'instant qu'il se lève, peuvent y contribuer; c'est ce que j'examinerai dans ce Mémoire, en rapportant des froids moins considérables que celui de cette année, & pendant lesquels la rivière de Seine a charié; j'aurai égard en même temps aux différentes hauteurs des eaux de la rivière, qui doivent y entrer pour beaucoup, ainsi qu'à la direction du vent.

Le 25 Janvier, l'eau couloit dans le milieu des bassins de la Seine entre les ponts; les bords étoient seulement gelés, & la glace augmentoit chaque jour; un grand nombre d'Ouvriers la rompoit; le 27, plus de cinquante hommes y étoient occupés entre le Pont-neuf & le Pont-royal, la moitié de ce bassin étoit gelée sur les bords; la glace la plus forte étoit du côté du quai des Théatins, & l'eau couloit librement au milieu de son lit. Malgré le travail de ce grand nombre d'hommes, ce bassin fut totalement gelé le 30: pour les autres parties de la rivière, entre les Ponts, l'on obtint un courant.

Le 31 Janvier, entre 4 & 6 heures du soir, je parcourus les bords de la rivière; depuis le Pont-royal jusqu'au pont de Sève, ce n'étoit qu'une glace unie; à 3 heures de l'après-midi, plus de deux mille personnes étoient sur la rivière; plusieurs alloient en patinant jusqu'au pont de Sève; on passoit la rivière sans crainte & sans danger, hommes & femmes, vis-à-vis le Bureau des voitures de Versailles, le palais Bourbon, les Invalides, l'École militaire, les Bons-Hommes; & entre le Pont-royal & le Pont-neuf, vis-à-vis le premier guichet du Louvre & le guichet neuf. Du Pont-neuf au Pont-au-change, il n'y avoit que les bords de la rivière de gelés; du Pont-au-change au Pont-notre-Dame, de même; du Pont-notre-Dame au Pont-Marie, une grande partie de

gelée; depuis le Pont-Marie & le Pont de la Tournelle, en remontant vers Choisi elle étoit entièrement prise depuis huit jours; du Pont de la Tournelle au Pont-rouge, & de ce dernier au Pont de l'Hôtel-Dieu, entièrement gelée, excepté vis-à-vis le jardin de l'Archevêché, où il restoit un courant; du Pont de l'Hôtel-Dieu au Pont-Saint-Charles; & du Pont-Saint-Charles au Pont-Saint-Michel, il restoit un courant; ainsi que du Pont-Saint-Michel au Pont-neuf. En général, tout auroit été gelé, si l'on n'avoit pas eu soin de rompre les glaces au Pont-rouge, au Pont-Marie, au Pont-notre-Dame, & entre le Pont Saint-Charles & le petit Pont.

Je donnerai à la fin de ce Mémoire, une Carte de la rivière, qui fera voir les parties glacées & celles qui ne l'ont pas été.

Le 3 Février, je parcourus de nouveau la rivière, je la trouvai encore dans le même état où je l'avois vue le 31. Le 2 Février, on la passoit encore sans crainte, malgré le dégel, entre le Pont-neuf & le Pont-royal, ainsi que le 3 dans la matinée; mais des ordres étant survenus, plusieurs Sentinelles placés le long de la rivière en défendirent le passage l'après-midi.

Le 27 Janvier au matin, la glace répondoit à l'échelle du Pont-royal, à 9 pieds  $\frac{1}{2}$ , elle s'affaissa ensuite; car le 31, elle ne répondoit plus qu'à 8 pieds  $\frac{1}{2}$ . Le 3 Février, les eaux qui avoient augmenté par la fonte des neiges, avoient soulevé la glace sans la rompre, elle répondoit à 9 pieds de la même échelle, à 3 heures de l'après-midi.

Le 4, à 5 heures du soir, la rivière étoit encore dans le même état malgré le dégel; au Pont-royal, la glace répondoit à 9 pieds  $\frac{1}{4}$  de l'échelle.

Le 5 l'après-midi, la rivière encore gelée, une partie de la glace étoit couverte d'eau.

Le 6, à 11 heures du matin au Pont-royal, la glace en totalité existoit encore, l'eau l'avoit soulevée considérablement, elle répondoit à 13 pieds de l'échelle, la surface étoit couverte d'une nappe d'eau. Le même jour, entre 5 heures  $\frac{1}{2}$  & 6

heures, la débacle des glaces se fit au Pont-royal; les effets n'en furent pas aussi violens qu'on l'avoit craint; ce qui se détacha d'abord fut ce qui tenoit entre le Pont-royal & le Pont-neuf; la débacle discontinua ensuite, elle reprit le 7, à 3 heures de l'après-midi; au Pont-royal la rivière charioit, & étoit totalement couverte de glaçons; ce spectacle étoit intéressant & curieux à voir; ce n'étoit pas des masses considérables, les glaçons étoient entraînés, en présentant hors de l'eau le champ de leur épaisseur, de manière que ces glaçons ressembloient à une carrière de pierres placée horizontalement, on ne voyoit point d'eau, & elle charioit à la hauteur de 16 pieds de l'échelle.

Le même jour 7, à 5 heures du soir, je parcourus la rivière; au Pont-notre-Dame les glaçons étoient arrêtés jusqu'au Pont-Marie, du Pont-Marie jusqu'au de-là du Pont-de-Grammont; du Pont-rouge jusqu'à la ligne en points que j'ai tracée sur le plan de la rivière; au Pont de la Tournelle la rivière charioit avec une très-grande vitesse, on voyoit l'eau & les glaçons séparés; elle charioit de même du Pont de la Tournelle au petit Pont de l'Hôtel-Dieu, & dans toute cette partie de la rivière, jusqu'au Pont-royal & au-delà vers Sèves.

La débacle recommença la nuit du 7 au 8. Le 8 à midi, la rivière étoit presque totalement débarrassée, elle ne charioit plus que quelques glaçons; mais il y en avoit encore beaucoup d'amassés contre le parapet du Quai Pelletier, qui y avoient été portés par la violence du courant, & à une assez grande hauteur; des hommes étoient occupés à les détacher. Malgré les précautions prises pour empêcher les accidens, les glaçons entraînèrent plusieurs bateaux que l'on avoit mis à l'écart, & amarrés à de gros pieux.

Le dégel avoit fait craindre une inondation considérable; & s'il étoit venu subitement, il y avoit de quoi l'occasionner; la glace de la rivière avoit 10 pouces d'épaisseur, & la campagne étoit couverte de neige; il pouvoit en résulter les mêmes accidens que ceux arrivés par la débacle des glaces de l'hiver: de 1767 à 1768 (voyez le Mémoire de M. de Parcieux.,

dans nos volumes, année 1768, page 54.) Mais le dégel vint par degrés, & la plus grande hauteur où soient parvenues les eaux de la rivière, n'a été que de 16 pieds  $\frac{3}{4}$  à l'échelle du Pont-royal, ou 14 à celle du Pont de la Tournelle, le 21 Février; pendant le dégel, la rivière augmentoit & diminuoit.

Pendant les jours des plus grands froids, on remarquoit que la rivière fumoît considérablement, ce qui peut-être n'avoit pas encore été observé à Paris, ou rarement (i). Je rapporterai ici les jours où j'ai vu cette fumée, ou vapeurs qui s'élevoient des eaux, & que l'on apercevoit entre les glaçons qui flottoient du Pont-neuf au Pont-royal; il en étoit de même ailleurs. On voyoit distinctement les sinuosités que formoit cette vapeur, qui étoit condensée au point d'être visible sous la forme de fumée; elle suivoit le courant inégal de l'eau occasionné par les glaces qui couvroient une partie de la rivière, dans les temps qu'elle a charié.

Le 20 Janvier au matin, la rivière fumoît entre les glaçons, la vapeur rasoit la rivière en remontant contre le courant; cependant le vent étoit Nord-est, & cette vapeur auroit dû être chassée, suivant le courant de l'eau, par le vent qui régnoit.

Le 21 au matin, la rivière fumoît.

Le 27 au matin, de même; les vapeurs étoient bien plus considérables que le 20 & le 21; elles rasoint l'eau, en suivant le courant de la rivière, direction contraire à celle qu'elle avoit prise le 20; le vent étoit le même Nord-est. Le même jour, à 5 heures  $\frac{1}{2}$  du soir, il s'élevoit de la rivière un brouillard très-épais & inégal, à plusieurs degrés au-dessus de l'horizon; ce brouillard étoit extrêmement sensible du côté du couchant, en le regardant du Pont-neuf.

Le 28 au matin, la rivière fumoît considérablement.

Le 29 au matin, de même.

Le 31 au matin, elle fumoît beaucoup vis-à-vis le quai des

---

(i) Un de mes amis, qui demeure sur le bord de la rivière, a remarqué, que lorsque le thermomètre passe 10 degrés de froid, & qu'il y a du soleil, les eaux de la rivière fument, & c'est ce qu'il a observé en 1753, 1767 & 1768.



Augustins, étant prise du 30, entre le Pont-neuf & le Pont-royal.

Le 1.<sup>er</sup> Février au matin, elle fumoit encore comme les jours précédens.

M.<sup>rs</sup> le Roy & Desmarest, de cette Académie, qui ont fait des observations sur ces vapeurs ou brouillards, ainsi que sur la débacle des glaces, se proposent d'en rendre compte à l'Académie.

Je rapporterai ici ce que Henry Ellis observa à la baye de Hudson, pendant son voyage en 1746 & 1747, au sujet de ces vapeurs ou fumées (*k*).

« L'air de ce pays n'est jamais serein, ou du moins il l'est fort rarement. Dans le Printemps & l'Automne, il y a continuellement des brouillards fort épais & humides, & l'air est rempli, pendant l'hiver, d'une infinité de petites flèches, qui sont visibles à l'œil, principalement quand le vent vient du Nord ou de l'Est, & que la gelée est très-forte; ces petites flèches se forment sur l'eau qui n'est pas gelée; car on observe que par-tout où il y a en hiver de l'eau sans glace, il s'en élève une vapeur fort épaisse, qu'on appelle *fumée de gelée*, & c'est cette vapeur qui en se gelant est transportée de tous côtés par les vents, sous la forme visible de ces flèches, ou *spicula*. Pendant tout le commencement de l'hiver, la rivière du *Port-de-Nelson* n'étoit pas gelée du côté du courant de l'eau; cette rivière étoit située au Nord de nos quartiers d'hiver, & nous observâmes pendant tout ce temps que le vent venant de ce côté nous amenoit continuellement des nuées entières de ces particules glaciales, qui disparurent aussitôt que la rivière fut tout-à-fait prise. »

La rivière du *Port-de-Nelson*, est de 11 degrés environ plus nord que Quebec, où le degré de froid fut observé en 1743 de 33 degrés, rapportés au thermomètre de M. de Reaumur (*l*).

---

(*k*) Voyage à la baye de Hudson, par *Henry Ellis*, traduit de l'Anglois, 1749, in-12, tome II, page 79.

(*l*) Mémoires de l'Académie, année 1744, page 139; & 1749, page 10.

## ARTICLE X.

*Les effets du Froid de 1776.*

LES froids du 9, du 10 & du 11 Janvier avoient gelé & raffermi la terre ; la neige qui tomba depuis le 11 se conserva en totalité jusqu'au dégel, soit à la campagne, soit à Paris : elle se durcit par les grands froids qui succédèrent. Dans les rues de Paris, où elle n'avoit pas été entièrement enlevée, elle fut foulée aux pieds, & durcit de manière que la superficie n'offroit qu'une glace unie dans la plupart des rues : les hommes & les chevaux ne pouvoient les parcourir sans danger, & il arriva un grand nombre d'accidens ; on ne rencontroit à chaque pas que des embarras de voitures arrêtées, des chevaux par terre & blessés. Un grand nombre d'hommes & de femmes ne marchaient plus dans les rues qu'avec des chaussons de laine, de lisières, d'étoffe & de chapeau. Il n'y avoit que ce moyen pour pouvoir marcher en sûreté. Sur les Ponts qui étoient extrêmement fréquentés, comme le Pont-neuf & le Pont-royal, la neige qui y devint opaque & en glace, à la superficie, dans les commencemens, se pulvérisa les jours suivans, en devenant poussière de glace, de manière que le vent l'entraînoit, & qu'en y passant, les fouliers se blanchissoient comme de poussière dans le fort de l'été.

Les voitures bourgeoises ne sortoient plus, ainsi qu'un grand nombre de celles qui étoient publiques.

Les personnes qui furent obligées d'avoir du bois pendant les jours des plus grands froids, payoient les voitures fort cher ; je me trouvai dans cette circonstance, le 30 Janvier, je donnai trois livres, prix convenu sur le chantier, au lieu de vingt sous que je payois dans les autres temps de l'année : c'étoit la grande difficulté du charroi dans les rues de Paris, qui en avoit augmenté la différence du prix.

La consommation du bois à Paris, en 1776, fut considérable : elle alla à six cents douze mille huit cents cinq voies  
pour

pour l'année ; plus forte de soixante-trois mille sept cents sept voies, que l'année précédente 1775.

Il y eut aussi pour la consommation du charbon, comme pour le bois, une très-grande différence.

Les Fruitiers ne pouvoient rien garantir du froid, tout geloit dans leurs caves & leurs boutiques ; on payoit le quarteron d'œuf un prix exorbitant.

Un de mes amis avoit laissé de l'eau dans une terrine au fond de sa cave, dans laquelle on ne pouvoit parvenir que par plusieurs détours de l'escalier, y ayant quarante marches pour y descendre, il la trouva entièrement gelée pendant les grands froids. A cette cave répondoit un soupirail qui y descendoit perpendiculairement & qui prenoit son ouverture dans la rue des Francs-bourgeois, presque vis-à-vis la rue de Vaugirard ; la rue des Francs-bourgeois a sa direction presque du Nord au Sud, & celle de Vaugirard de l'Est à l'Ouest. Plusieurs personnes de ma connoissance eurent également du vin gelé dans leurs caves.

On vit pendant plusieurs jours dans les rues de Paris & sur les boulevards des courses en traîneaux, c'étoit la Reine, les Princes de la Maison royale qui prenoient ce divertissement, & plusieurs particuliers.

La violence du froid avoit gelé une partie des vins qui étoient exposés sur les quais S.-Paul & S.-Bernard, les tonneaux s'étoient entr'ouverts, & la perte en fut considérable ; le pavé ne présentait qu'une couleur rouge.

On voyoit sur la glace de la rivière, vis-à-vis les Tuileries, entre le Pont-neuf & le Pont-royal, un grand nombre de Corneilles, que le besoin de vivres y avoit attirées.

Le froid étoit si violent qu'il avoit pénétré vivement dans les appartemens, même ceux où il y avoit continuellement du feu, une pendule à secondes, à roue de rencontre, placée dans mon cabinet, qui étoit échauffé par un poêle où j'avois continuellement du feu, excepté quelques heures de la nuit, fut arrêtée pendant plusieurs jours, quoique je la remis de temps en temps en mouvement. Dans les chambres où il n'y

avoit pas de feu, une autre pendule à secondes de M. du Fay fut également arrêtée par le froid, ainsi qu'une troisième, à sonnerie: ma montre à secondes & à échappement de Graham ou à cylindre, s'arrêtoit la nuit au chevet de mon lit.

Le 17 Janvier, à 11 heures du soir, le ciel serein; le thermomètre marquoit alors 9 degrés  $\frac{1}{4}$ , un quart-d'heure après le ciel se couvrit subitement & également, aussitôt le même thermomètre remonta à 8 degrés. Différence 1 degré  $\frac{1}{4}$  d'un ciel serein à un ciel couvert.

La nuit du 27 au 28 Janvier, mon thermomètre n.º I, étant le 28 à 7<sup>h</sup> 20' du matin, à 15 degrés  $\frac{1}{4}$  au-dessous de zéro, un de mes amis mit sur sa fenêtre, exposée à l'Est & à l'air libre, de l'eau-de-vie dans une soucoupe, & il la trouva gelée en forme de neige.

Le 28, je pris de la neige & j'en formai une boule de trois pouces de diamètre, que j'exposai à la flamme d'une bougie; elle se dissipa sans se résoudre en gouttes d'eau.

Le 29 au matin, l'eau que je jetois (environ une pinte) de mon Observatoire dans la cour de l'hôtel de Clugny, à la hauteur de cinquante-quatre pieds, se trouvoit gelée à son arrivée sur le pavé.

Dans les latrines de l'hôtel de Clugny, fermées d'un enclos de quatre pieds en carré, & placées dans une petite cour au rez-de-chaussée, tenant au mur des bains de Julien & au Nord, la gelée avoit pénétré vivement; la matière s'étoit gelée & gonflée de manière qu'elle sortoit de plus d'un pied au-dessus de l'ouverture de la lunette.

Pendant les grands froids, plusieurs cloches se cassèrent en les sonnant: celle du collège de Clugny, place de Sorbonne, fut du nombre.

Des arbres se fendirent & des puits gelèrent. On me manda de Corbeil, le 29 Janvier, que des tilleuls de 3 pieds 10 pouces, & de 2 pieds 10 pouces de diamètre, s'étoient fendus pendant la forte gelée, à la hauteur de 6 pieds; que tous les figuiers étoient périss; à Étiole, des puits de 6 pieds de profondeur, la margelle de 2 pieds  $\frac{1}{2}$ , gelèrent de 2 pouces;

chaque jour on avoit eu soin de casser la glace, sans cela elle seroit devenue très-épaisse. Aux Bordes dans le voisinage, un puits de 9 pieds de profondeur, la margelle de 3, fut gelé; la glace avoit 2 pouces  $\frac{1}{2}$  d'épaisseur. La rivière d'Elstone, qui entre dans la Seine à Corbeil, & dont les eaux sont extrêmement limpides, & qui ne se gèle pas ordinairement, étoit gelée comme la Seine.

Le grand froid occasionna beaucoup d'accidens à Paris & à la Campagne; les Courriers, les Voyageurs souffrirent beaucoup, plusieurs d'entre eux eurent une partie de leur corps gelé, & d'autres y perdirent la vie. On me manda de Montdidier en Picardie, le 11 Février « Nous avons eu quelques personnes mortes de froid, entr'autres le Courrier de Paris pour la « Picardie; sa carriole arriva à Clermont en Beauvoisis, le « Courrier étant dedans absolument gelé, le cheval abandonné « à lui-même fut long-temps en chemin, & l'on estima qu'il y « avoit deux heures au moins que ce Courrier étoit mort. « Nous avons des Vieillards de près de cent ans, qui con- « viennent que le froid étoit bien plus grand qu'en 1709. »

A Montmorenci, le P. Cotte, Correspondant de l'Académie, me manda le 31 Janvier; « Le 26, on trouva dans la neige deux hommes, dont l'un avoit les poignets gelés & « couverts d'ampoules, comme s'ils eussent été brûlés; l'autre « homme fut trouvé mort & entièrement gelé. Mon encre gèle « dans ma plume, à mesure que j'écris, quoiqu'à côté d'un bon « feu. Des ormes, à une demi-lieue d'ici, de 50 ou 60 ans, « se sont fendus par la gelée dans une longueur de 12 pieds. »

Un Boulanger de la rue Saint-Honoré, nommé *Pierre Hennequin*, âgé de 38 ans, partit de Paris à pied, le Lundi 29 Janvier, jour du plus grand froid, à 11 heures du matin, en bonne santé, pour se rendre à Pontoise; il dina à Neuilly, vers les 3 heures, il continua son chemin jusqu'à un quart de lieue au-delà de Herblay, & à deux de Pontoise; il ne put aller plus loin, le froid le saisit, & le lendemain matin 30, on le trouva gelé auprès d'une croix. Je tiens ces détails de sa veuve.

« Un Chauderonnier trouva à quelque distance de Halberstadt (*m*), un Juif étendu sur le grand chemin, où le froid l'avoit surpris, & où il paroïssoit comme mort; il le porta jusqu'au premier village, le lava d'eau-de-vie, le frotta par tout le corps pour le dégeler par degrés; après quelques heures de peine & de soins, le Juif donna des signes de vie, & se rétablit. »

Des hommes & des femmes pris de boisson, ne pouvant marcher assez vite pour conserver leur chaleur naturelle, furent trouvés morts dans les rues de Paris, plusieurs à la campagne & sur les chemins.

Les bontés & l'humanité du Roi, portèrent Sa Majesté à supprimer les Sentinelles à Versailles, il n'y eut plus de parade; Elle permit que les pauvres entraissent dans les cuisines du Château, où ils se chauffoient, ils en emportoient de la braïse, & on leur donnoit de la soupe. Dans les quartiers de la ville, l'on avoit allumé de grands feux, & Sa Majesté se promenoit souvent dans les rues, pour y faire donner des secours aux malheureux. Sa Majesté ne perdit pas de vue sa Capitale, qui avoit besoin d'un secours pressant; Elle y envoya dix mille écus, consacrés au soulagement des pauvres nécessiteux. Le Prévôt des Marchands fit donner du bois aux Cochers de Places, aux Broueteurs, Porteurs de chaises & autres. Les Curés firent donner d'abondantes aumônes aux pauvres; la seule paroisse de Saint-Eustache fit distribuer plus de deux cents voies de bois; M.<sup>gr</sup> le Duc d'Orléans en fit donner une très-grande quantité; le Prince de Tingry, nourrit & chauffa dans son hôtel, quarante indigens; & un riche Particulier du faubourg Saint-Denys, ouvrit sa maison aux pauvres, où par de grands poêles continuellement allumés, il en chauffoit alternativement cent cinquante; plusieurs autres personnes charitables, excitées par l'humanité, donnèrent également des secours à l'indigence, en argent, en bois ou en pain; & l'on voyoit de grands feux allumés pendant les plus

grands froids, dans les places & carrefours de cette Capitale. J'ai extrait la plupart de ces détails, du Journal politique, *première quinzaine de Mars 1776, article de Paris, page 54.*

Il périt une quantité prodigieuse de gibier par le froid, & sur-tout par la faim ; ne trouvant nulle part de quoi se nourrir, le gibier suivoit les grands chemins pour amasser ce que les passans, qui portoient des vivres à la Capitale, pouvoient laisser tomber ; ces animaux se réfugioient dans les cours & jardins, ou ils se laissoient prendre ou tuer ; ils entroient jusque dans les extrémités des faubourgs de Paris ; on voyoit fréquemment des Perdrix venir aux Tuileries, j'en ai été moi-même témoin. Les Gardes-chasses pour conserver leur gibier avoient soin de leur porter de quoi se nourrir, le gibier sembloit être apprivoisé, le besoin le faisoit accourir, & il suivoit souvent le Garde.

A Châtillon près de Paris, le 11 & le 12 Avril, je vis dans un jardin fruitier, fermé d'un côté d'une haie vive, donnant sur un grand chemin, les arbres attaqués par le gibier, & l'écorce mangée à deux pieds de terre, & même à quatre lorsque l'arbre étoit taillé de façon à leur donner la facilité de monter sur le tronc ; aucun arbre ne fut épargné, & plusieurs en moururent.

Le 2 Février, le dégel commença à se manifester ; le 3 au matin, il fut bien décidé ; malgré le dégel, la terre ou le pavé geloit encore sur le champ l'eau qu'on y jetoit ; le 3 au matin, il y avoit du verglas, & mes croisées étoient couvertes de givre. Par le dégel, ce givre sur mes croisées se convertit en eau, & couloit le long des fenêtres ; j'en ouvris une pour échauffer la chambre par l'air extérieur qui étoit doux, le dégel du givre couloit le long de la croisée, & tomboit ensuite sur les carreaux de la chambre à la hauteur d'un pied, dans l'instant elle se trouvoit gelée par le grand froid que conservoit encore le carreau du plancher, sur lequel elle tomboit.

La fenêtre de ma cuisine qui donnoit au Levant, & qui avoit été fermée pendant le temps des grands froids, ayant

été ouverte le 3 Février vers midi : la communication de l'air extérieur avec celui de ma cuisine où il y avoit toujours eu du feu, produisit au moment même une détente des parties de toute la vaisselle de fayence , avec un bruit assez fort pour craindre qu'elle ne se cassât. Deux gobelets de verre, vides & sans être couverts se cassèrent ; le bruit fut considérable au moment de l'explosion.

Le 3 & le 4, les bâtimens considérables, & sur-tout les anciens édifices, étoient couverts de givre qui blanchissoit les murs jusqu'à la hauteur de sept à huit pieds : je vis ces effets à la Sorbonne, à l'hôtel de Clugny, au collège de Clugny, aux bains de Julien, & généralement les murs de tous les bâtimens anciens, bâtis de pierres de taille, en étoient recouverts : malgré le Soleil qui donnoit sur une partie de ces murs, l'effet n'en existoit pas moins : ces couches de givre avoient plus de deux lignes d'épaisseur. M. de Mairan, dans sa Dissertation sur la glace, en explique les causes, *page 338*.

Le 4 Février après-midi, je passai aux Tuileries, le jardin ne présenteoit qu'une nappe d'eau sur la neige qui étoit devenue dure & compacte, ayant été foulée aux pieds & durcie pendant tout le temps de la gelée : c'étoit la surface qui se dégelait ; la terre encore trop froide conservoit la neige.

Le dégel avoit rendu les rues de Paris presque impraticables, par les neiges & les glaces qui n'avoient pas été entièrement enlevées. Le premier jour du dégel je vis afficher une Ordonnance de la Police, qui ordonnoit de tenir Paris propre, & engageoit les artisans & gens sans ouvrage, munis d'outils nécessaires, de venir travailler à déblayer les rues, moyennant vingt sous par jour : le 3 & le 4 Février on rencontroit dans les grandes rues un grand nombre de ces ouvriers qui y étoient occupés.

Le grand froid intéressoit généralement les habitans de la Capitale. Les matins, un grand nombre de personnes se rendoient chez moi pour avoir le degré de froid, & je fus obligé de mettre chez le Portier de l'hôtel de Clugny, un bulletin qui contenoit le degré de froid observé : on y venoit



en foule pour le copier & le répandre ensuite dans la Capitale.

Au printemps, Avril & Mai 1776, les arbres commencèrent à prendre leurs feuilles, séchèrent ensuite, & plus de la moitié des feuilles tombèrent comme dans l'automne : ces effets étoient très-sensibles dans le jardin du Luxembourg, aux Tuileries & sur les Boulevarts : ce qui ne pouvoit provenir que du grand froid du mois de Janvier, qui avoit influé sur eux. Je n'avois pas encore vu ces effets : le printemps de 1777 ne présenta rien de semblable.

Au mois de Mai 1776, un homme entra de grand matin dans l'emplacement de l'hôtel de Condé, où l'on avoit commencé à bâtir pour la Comédie françoise, il aperçut dans ce grand enclos un lièvre qui se retiroit dans les mafures. On soupçonna qu'il y étoit venu de la campagne, au mois de Janvier, chassé par le froid & par la faim : il fut tué le même jour qu'il fut aperçu.

## ARTICLE XI.

*Recherches des Froids moins considérables que celui de cette année 1776, & pendant lesquels la rivière de Seine a charié des glaçons & s'est gelée ; avec la hauteur des eaux de la rivière qui doivent y influencer beaucoup (n).*

Extraits des Mémoires de l'Académie.

*Année 1743, page 63 :* « On a vu plusieurs fois la Seine tout-à-fait prise par un froid qui n'excédoit pas 8 ou 10 degrés « de glace, & l'on se rappelle encore avec une espèce de surprise, « que pendant le rigoureux hiver de 1709, le milieu de son « courant demeura libre, à cela près qu'elle charioit des glaçons, «

(n) Depuis 1732 jusqu'à présent, la ville de Paris a fait tenir un Journal de la hauteur des eaux de la rivière, jour par jour, mesurée à l'échelle qui est tracée à une des arches du Pont de la Tournelle. M. Moreau, Architecte

du Roi & de la Ville, a bien voulu me communiquer ce Journal, duquel j'ai extrait les hauteurs des eaux de la rivière, & qu'on trouvera dans ce Mémoire à la suite des Tables d'observations.

» comme elle a coutume de faire pendant une gelée beaucoup moins âpre ».

*Année 1768, page 72 :* M. l'abbé Nollet a observé plusieurs fois « que la rivière ne commence à charier que quand le thermomètre de M. de Reaumur est entre 6 & 7 degrés au-dessous de la congélation. »

### *Hiver de 1733 à 1734.*

*Année 1768, page 76 :* « M. de Parcieux rapporte; « il me semble me rappeler qu'en 1733, la rivière charia le 14 ou le 15 de Décembre. » Le P. Cotte rapporte dans son grand Traité de Météorologie, que le plus grand froid de cette année fut de 2 degrés  $\frac{3}{4}$  au-dessous de la congélation, & dans les Mémoires de l'Académie, *année 1733, page 509*, de 1 degré  $\frac{3}{4}$ . Le 14 Décembre, la rivière, à l'échelle d'une des arches du pont de la Tournelle, répondoit à 11 pouces, & le 15 à 11 pouces  $\frac{1}{2}$ .

### *Hiver de 1740.*

Je n'ai trouvé aucun détail dans nos Mémoires sur le temps & la durée que la rivière de Seine fut gelée en 1740. Le plus grand froid fut observé à l'Observatoire royal le 10 Janvier, à deux thermomètres, de 10 & de 11 degrés au-dessous de zéro (0).

### *Hiver de 1742 à 1743.*

*Année 1742, page 392 :* « La rivière a gelé la nuit du 26 au 27 Décembre 1742; le thermomètre, le 27, étoit à 8 degrés  $\frac{1}{2}$  au-dessous de la congélation; le temps étoit ferein & un petit vent d'Est. » Le 26, la rivière étoit à 1 pied 8 pouces de la même échelle du pont de la Tournelle. Le 27 à 1 pied 4 pouces.

---

(0) Mémoires de l'Académie, *année 1740, page 614.*

*Hiver de 1743 à 1744.*

*Année 1744, page 507:* « La rivière entièrement prise, le 11 Janvier au matin, entre le Pont-neuf & le Pont-royal; le ciel étoit serein, le vent Nord-est, foible; le thermomètre le même jour étoit à 7 degrés au-dessous de zéro ». La rivière étoit le 11 Janvier, à 2 pieds 7 pouces de l'échelle.

*Hiver de 1746.*

*Observations manuscrites de feu M. Gravel de Livry, Secrétaire du Roi.* Le 14 Février au matin, la rivière de Seine commença à charier des glaçons; elle continua de charier le 15: le 16 & le 17, elle cessa.

Le 13 Mars au matin, la rivière de Seine commença à charier des glaçons sur le bras de la rivière du côté des Augustins; les eaux étoient très-hautes. Le lendemain 14, le dégel commença sur les dix heures du matin; & l'après-midi sur les cinq heures, le bras de la Seine du côté des Augustins ne charioit plus; mais celui du côté de la Samaritaine charioit.

*TABLE des Observations.*

1746.	HEURES du JOUR.	BARO- MÈTRE.	THERMO- MÈTRE.	HAUT. de la Rivière.	VENTS.	ÉTAT DU CIEL.
	<i>Hcur.</i>	<i>pouc. lign.</i>	<i>Deg.</i>	<i>pieds, po.</i>		
Févr. 13	mat. 7	28. 7	— 4	8. 9	N.	froid très-sec & soleil.
14	mat. 7	28. 4	— 4	7. 10	N.	froid sec & soleil.
15	mat. 7	28. 3	— 6	8. 0	N.	froid très-sec & soleil.
16	mat. 7 $\frac{1}{2}$	28. 3	— 4 $\frac{1}{4}$	7. 10	N.	froid sec. & soleil.
17	mat. 7 $\frac{1}{2}$	27. 10	— 1	7. 3	N.	temps couvert.
Mars 11	mat. 6 $\frac{1}{2}$	27. 11	— 2	9. 0	N.	violent, soleil & nuages.
12	mat. 7	28. 1	— 4	8. 6	N.	vif & piquant, fr. sec & nuag.
13	mat. 7	28. 2	— 5 $\frac{1}{8}$	7. 8	N.	très-piquant. fr. sec & soleil.
14	mat. 7	28. 4	— 4	7. 2	N.	temps couvert.
15	mat. 7	28. 2	+ 2	6. 11	N. O.	petite pluie;

*Mém. 1776.*

*Hiver de 1748.**Du même Recueil des observations de feu M. Gravet de Livry.*

Le 13 Janvier, la rivière de Seine charioit très-fort à 9 heures du matin.

Le 14, elle a été presque entièrement arrêtée.

Le 15, la rivière a été totalement gelée.

Le 7 Mars, la rivière charioit fortement.

*TABLE des Observations.*

1748.		HEURES du JOUR.	BARO- MÈTRE.		THER- MOMÈTRE	Hauteur de la Rivière.	VENTS.	ÉTAT DU CIEL.
		Heur.	Pouc.	Lig.	Dég.	pi. pouc.		
Janv.	7	mat. 8	28.	6	— 0	4. 9	N.	beau temps.
	8	mat. 8	28.	1	— 2	4. 6	N. E.	foeil & nuages.
	9	mat. 8	28.	1	— 3 $\frac{1}{2}$	4. 4	N. E.	foeil & nuages.
	10	mat. 7	28.	2	— 3 $\frac{1}{2}$	4. 0	N.	froid sec.
	11	mat. 8	28.	4	— 5 $\frac{1}{2}$	3. 10	N.	froid sec.
	12	mat. 8	28.	4	— 5	3. 3	N.	froid sec.
	13	mat. 7 $\frac{1}{2}$	28.	3	— 9	3. 0	N.	froid sec; soieil.
	14	mat. 7 $\frac{1}{2}$	28.	0	— 10	2. 5	N.	froid sec.
	15	mat. 7 $\frac{1}{2}$	28.	0	— 9	2. 3	N.	un peu de neige.
	16	mat. 7 $\frac{1}{2}$	28.	0	— 5	2. 7	N. O.	foeil & nuages.
	17	mat. 7 $\frac{1}{2}$	27.	10	+ 1	3. 3	S. O.	pluie, neige, & verglas.
Mars	3	mat. 7	27.	10	— 1 $\frac{1}{2}$	2. 7	O.	neige.
	4	mat. 7	27.	8	— 7	2. 6	O.	neige.
	5	mat. 7	27.	9	— 5	2. 6	N. O.	temps couvert.
	6	mat. 6 $\frac{1}{2}$	27.	11	— 8	2. 5	N. E.	froid sec.
	7	mat. 6 $\frac{1}{2}$	27.	11	— 10	2. 5	N. E.	froid sec; soieil.
	8	mat. 6 $\frac{1}{2}$	28.	0	— 11	2. 0	N. E.	froid sec.
	9	mat. 6 $\frac{1}{2}$	27.	9 $\frac{1}{2}$	— 3 $\frac{1}{2}$	1. 9	N. E.	temps couvert.
	10	mat. 7	27.	9	— 0 $\frac{1}{2}$	1. 9	N. E.	foeil & nuages.

## EXTRAITS de mes Journaux d'Observations.

Hiver de 1754 à 1755.

Le 6 Janvier 1755, la rivière de Seine charioit beaucoup de glaçons; elle étoit gelée vers l'île Louvier; & le 8, elle fut prise.

TABLE des Observations.

1755.	HEURES du JOUR.	THER- MOMÈTRE	Hauteur de la Rivière.	VENTS.	ÉTAT DU CIEL.
	Hcur.	Deg.	Pt. Ps.		
Janv. 2	mat. 8	+ 0 $\frac{1}{2}$	2.0	E.	ciel couvert.
4	mat. 8	— 3	2.0	E.	ferein, brouill. le 3 tombé en pluie.
5	mat.	— 7	2.0	.....	couvert, beaucoup de neige, 3 pouc.
6	mat. 8	— 11 $\frac{1}{2}$	1.8	N. N. E.	ferein; observation faite chez M. de Reaumur.
7	mat. 8	— 6	1.5	O.	couvert, beaucoup de neige matin & soir.
8	mat. 9	— 7	2.6	E.	ferein le matin, brouill. l'après-midi.
9	mat. 7	— 6 $\frac{1}{2}$	2.4	.....	couvert, le soir beaucoup de brouill.
10	mat. 8	+ 0 $\frac{1}{2}$	2.6	O.	couvert,
22	mat.	— 0	2.0	E.	ferein.
	soir 9	— 3	.....	.....	ferein.
23	mat. 8	— 5	2.6	.....	ferein.
24	mat. 8	— 5	2.6	N. E.	ferein.
25	mat. 8	— 6	2.0	N. E.	ferein.
26	mat. 5	— 7	1.4	E.	ferein.
27	mat. 5	— 7	1.2	N. E.	ferein, en partie.
28	mat. 8	— 1	1.4	N.	couvert jusqu'à 9 heures, grand vent.
29	mat. 8	— 0 $\frac{1}{2}$	2.8	N.	ferein en partie.
30	mat. 8	+ 1	3.0	O.	couvert, un peu de pluie le soir.
31	mat. 8	— 3	3.0	N.	couvert en grande partie.
Févr. 1	mat. 8	+ 1	3.0	O.	couvert.
4	mat. 1 $\frac{1}{2}$	— 5	1.3	E.	ferein le 2, couvert le 3 avec pluie & neige.
5	mat. 7	— 8	1.2	E.	ferein.
6	mat. 8	— 3	1.9	S.	partie couvert, à midi grand dégel.
7	mat. 8	+ 3	2.4	O.	couvert, beaucoup de pluie la nuit du 6 au 7.

Le 15 Janvier 1755, la rivière étoit encore prise à bien des endroits; elle ne fut totalement dégelée que le 20.

La rivière gela pour la seconde fois au mois de Janvier 1755; le 26, elle étoit gelée en grande partie; entre le Pont-neuf & le Pont-royal, il n'y avoit plus qu'un courant d'eau qui charioit beaucoup de glaçons; le 28, elle étoit encore gelée; le lendemain 29, elle commença à dégeler dans plusieurs endroits; la nuit du 30 au 31, la rivière, entre le Pont-neuf & le Pont-royal, se trouva encore prise par des glaçons qui s'étoient arrêtés aux arches du Pont-royal.

Le 5 Février, la rivière gela encore dans bien des endroits, pour la troisième fois; & le lendemain 6, elle dégela.

*Hiver de 1756 à 1757.*

Le 1.<sup>er</sup> Janvier 1757, la rivière commença à charier des glaçons, qui augmentèrent de jour en jour; le 5 au matin, les glaçons ne s'écouloient plus que dans le milieu de la rivière, les bords étant gelés fort avant dans la Seine; le 6 au matin, elle se trouva entièrement gelée entre le Pont-neuf & le Pont-royal, & du Pont-royal vers Sèves; le 7, tout fut gelé en remontant la rivière; & le 9 au matin, on la passoit sur la glace, entre le Pont-neuf & le Pont-royal, ainsi qu'ailleurs.

1757.	HEURES du JOUR.	THE R- MOMÈTRE	HAUT. de la Rivière.	VENTS.	ETAT DU CIEL.
	<i>Heur.</i>	<i>Deg.</i>	<i>pi. pouc.</i>		
Janv. 7	matin 9	— 9	1. 10	N. E.	serain, plus gr. froid depuis le 1. <sup>er</sup> Janvier.
8	matin	— 10	2. 1	N. E.	serain.

Le 26 Décembre, ciel couvert; le 27 de même, neige l'après-midi; le 28, couvert, & le 29; le 30, en grande partie, le vent Nord-est; le 31 serain, vent Nord-est; le 1.<sup>er</sup>

Janvier, ferein en partie, vent Nord; le 2 de même, vent Est; le 3 ferein, vent Est-sud-est; le 4 ferein, même vent; le 5 ferein, vent Est; le 6 ferein, grand vent Nord-est; le 9 couvert, vent Sud; le 10 & le 11 couvert; les jours suivans dégel; le 20, la débacle des glaces de la rivière commença à le faire.

*Hiver de 1757 à 1758.*

Le 21 Janvier 1758, la rivière commença à charier des glaçons; le 22, elle en charia beaucoup; & le 26, elle n'étoit plus gelée.

OBSERVATIONS.

1758.	HEURES du JOUR.	Ther- momètre	HAUT. de la Rivière.	VENTS.	ÉTAT DU CIEL.
	Heur.	Deg.	pi. poue.		
Jan. 20	matin	— 7	8. 6	N. N. E.	ferein le matin, nuages rars l'après-midi.
	22 matin	— 11	7. 3	N.	ferein.

*Hiver de 1762 à 1763.*

La rivière étoit gelée depuis le 29 Décembre 1762; on la traversoit le 1.<sup>er</sup> & le 2 Janvier, vis-à-vis le premier guichet du Louvre; il n'est pas parlé du temps où elle commença à charier. Ayant mis de l'eau dans un vase, les 12, 13, 15 & 17 Mars 1763, elle s'est gelée, la glace épaisse de 8 lignes le 12, ensuite de 12 lignes  $\frac{1}{2}$ , de 9  $\frac{1}{2}$ , & de 3; d'après ces observations, il y a lieu de conjecturer que la rivière étoit près de charier des glaçons, si elle n'en charioit pas encore; le froid n'étoit pas considérable.

## TABLE des Observations.

1762.	HEURES du JOUR.	BARO- MÈTRE	THERMO- MÈTRE.	HAUTEUR de la Rivière.	VENTS.	ÉTAT DU CIEL.
	Heur.	pouc. l. gn.	Deg.	pieds, pouc.		
Déc. 24	soir. 11	28. 5,0	— 0	1. 9	.....	serain.
25	mat. 6	28. 4,6	— 1 $\frac{1}{2}$	1. 8	S. S. E.	serain.
	soir. 6	28. 4,0	— 0	.....	.....	serain.
26	mat. 6	28. 3,3	— 2 $\frac{1}{2}$	1. 8	.....	serain.
	soir. 7	28. 3,6	— 1	.....	.....	serain.
27	mat. 6	28. 4,0	— 3 $\frac{1}{2}$	1. 10	S. S. E.	serain.
	soir. 6 $\frac{1}{2}$	28. 5,0	— 3 $\frac{1}{4}$	.....	.....	serain.
28	mat. 6	28. 3,0	— 5 $\frac{1}{2}$	2. 3	S. E.	serain.
	soir. 6	28. 2,0	— 4 $\frac{1}{4}$	.....	.....	serain.
29	mat. 7	28. 1,0	— 7 $\frac{1}{2}$	2. 6	E.	serain.
30	mat. 6	28. 2,3	— 6 $\frac{1}{2}$	2. 10	S. E.	serain.
	soir. 6 $\frac{1}{2}$	28. 1,0	— 4	.....	.....	serain.
31	mat. 8	27. 10,6	— 6 $\frac{1}{4}$	3. 3	S. S. E.	serain.
	soir. 7	27. 9,9	— 3 $\frac{1}{4}$	.....	.....	couvert.
1763.						
Janv. 1	mat. 6 $\frac{1}{4}$	27. 10,9	— 2 $\frac{1}{4}$	1. 1 $\frac{1}{2}$	N. N. O.	couvert & neige.
	soir. 6	28. 0,6	— 0 $\frac{1}{2}$	.....	O.	couvert.
2	mat. 5	28. 0,3	— 4 $\frac{1}{4}$	1. 1	O.	serain.
3	mat. 5	28. 0,0	— 6	1. 0 $\frac{1}{2}$	N. N. E.	serain.
Mars 12	mat. 7	27. 11,9	— 4 $\frac{1}{2}$	5. 3	E.	serain, vent viol'ent, glace 8 lignes d'épaisseur.
	soir. 10 $\frac{1}{2}$	27. 11,6	— 1 $\frac{1}{2}$	.....	N. E.	couvert, vent toujours violent.
13	mat. 6	27. 11,9	— 3	4. 10	N. E.	serain en partie, vent viol. glace 12 lign. & demie.
	soir. 10	27. 11,6	— 0	.....	.....	serain, vent foible.
14	mat. 7 $\frac{1}{2}$	27. 11,6	— 3	4. 4	N.	serain, peu de vent.
	soir. 10	27. 11,6	— 0	.....	.....	serain.
15	mat. 7	28. 0,0	— 1	4. 0	N. E.	couvert en partie.
17	mat. 7	28. 2,0	— 3	3. 8	N. E.	serain, la glace 3 lignes.

## Hiver de 1765 à 1766.

Le 1.<sup>er</sup> Janvier 1766, la rivière fut prise entre les deux Ponts, le Pont-neuf & le Pont-royal; le lendemain 2, elle fut entièrement gelée; le 1.<sup>er</sup> Janvier, à 7 heures du matin, le thermomètre étoit à 7 degrés  $\frac{1}{4}$  au-dessous de zéro; & le



2, à 7 heures  $\frac{1}{2}$  du matin, même degré de froid; le ciel parfaitement serein pendant ces deux jours.

## OBSERVATIONS.

1765.	HEURES du JOUR.	BARO- MÈTRE.	THERMO- MÈTRE.	HAUT. de la Rivière.	VENTS.	ÉTAT DU CIEL.
	Heur.	pouc. lign.	Deg.	Pt. Fo.		
Déc. 27	mat. 10 $\frac{1}{4}$	28. 2,0	— 1 $\frac{3}{4}$	3. 8	.....	couvert.
28	mat. 7	28. 2,0	— 5 $\frac{1}{4}$	3. 7	N. E.	serein.
	midi. $\frac{1}{4}$	28. 1,3	— 2 $\frac{1}{2}$	.....	N. E.	serein, & la matinée.
	soir. 10	28. 1,3	— 5 $\frac{1}{4}$	.....	.....	serein, & l'après-midi.
29	mat. 6 $\frac{1}{4}$	28. 1,0	— 6 $\frac{1}{4}$	3. 2	N. E.	serein, & toute la nuit.
	soir. 8 $\frac{1}{2}$	28. 1,6	— 3 $\frac{1}{2}$	.....	.....	serein le matin & l'après-midi.
30	mat. 7 $\frac{1}{2}$	28. 2,0	— 2	2. 6	E.	couvert, & la nuit dernière.
	midi.	28. 2,0	— 1	.....	E. S. E.	couvert, & la matinée.
	soir. 10 $\frac{1}{4}$	28. 2,3	— 5	.....	.....	serein, & l'après-midi.
31	mat. 7 $\frac{1}{2}$	28. 2,3	— 5 $\frac{3}{4}$	2. 2	N.	serein, & la nuit dernière.
	midi. $\frac{1}{4}$	28. 2,3	— 2 $\frac{3}{4}$	.....	N. E.	serein, & la matinée.
	soir. 10 $\frac{1}{4}$	28. 1,3	— 5 $\frac{1}{2}$	.....	.....	serein, & l'après-midi.
1766.						
Janv. 1	mat. 7	28. 0,9	— 7 $\frac{1}{4}$	2. 0	N. E.	serein, & la nuit dernière.
	midi. $\frac{3}{4}$	28. 0,6	— 4 $\frac{1}{4}$	.....	N. E.	serein, & la matinée.
	soir. 10 $\frac{1}{4}$	28. 0,6	— 6 $\frac{3}{4}$	.....	.....	serein, & l'après-midi.
2	mat. 7 $\frac{1}{2}$	28. 0,0	— 7 $\frac{1}{4}$	3. 1	N.N.O.	serein, & la nuit dernière.
	midi. $\frac{3}{4}$	27. 11,0	— 4 $\frac{1}{4}$	...	N.N.E.	serein, & la matinée.
	soir. 10	27. 9,6	— 5 $\frac{1}{4}$	.....	.....	serein, & l'après-midi.
3	mat. 6	27. 9,0	— 7 $\frac{3}{4}$	3. 2	N. E.	serein, & la nuit dernière.

*Hiver de 1766 à 1767.*

Je n'ai rien trouvé dans mes Journaux, qui annonce le temps que la rivière a charié & qu'elle s'est gelée; je trouve seulement, que le 26 Janvier 1767, à midi & demi, les glaces entre le Pont-neuf & le Pont-royal se sont détachées, que la débacle a occasionné beaucoup d'accidens sur la rivière; des bateaux de charbon & de blanchisseuses ont été entraînés avec beaucoup de dégâts; que la glace de la rivière avoit 7 pouces d'épaisseur, & que la terre étoit gelée de 5. Le dégel s'étoit manifesté le 22 Janv. & les jours suiv. le thermomètre étant remonté au-dessus de zéro dans les degrés de dilatation.

1767.	HEURES du JOUR.	BARO- MÈTRE.	THER- MOMÈTRE.	HAUT. de la Rivière.	VENTS.	ÉTAT DU CIEL.
	Heur.	pieds pouc.	Deg.	pieds po.		
Janv.	3 mat. 6	27. 5,0	— 0	0* 1	N. O.	neige, & la nuit dernière.
	soir. 10	27. 7,2	— 1	.....	.....	couvert, & la journée.
	4 mat. 7	27. 8,10	— 1 $\frac{1}{2}$	0* 2	N. E.	couvert, & la nuit dernière.
	soir. 10 $\frac{1}{2}$	27. 11,0	— 2 $\frac{1}{2}$	.....	.....	couvert, & la journée avec neige.
	5 mat. 8	27. 11,8	— 5	0* 2	N. N. E.	couvert, & la nuit dernière.
	soir. 10 $\frac{1}{2}$	27. 11,11	— 5 $\frac{1}{2}$	.....	.....	couvert en partie, couv. l'après-midi.
	6 mat. 7	27. 9,5	— 4 $\frac{1}{4}$	0. 2	O. S. O.	couvert, & la nuit avec neige.
	soir. 10	27. 10,2	— 2 $\frac{1}{4}$	.....	.....	couvert, & la journée.
	7 mat. 6	27. 10,8	— 9 $\frac{1}{2}$	0* 1	N. E.	ferain, & une partie de la nuit.
	soir. 11 $\frac{1}{2}$	27. 10,4	— 13	.....	.....	ferain en partie; il est tombé un verglas.
	8 mat. 5	27. 9,1	— 11 $\frac{1}{2}$	0. 1	N. O.	couvert, & une partie de la nuit.
	soir. 10	27. 8,1	— 2 $\frac{1}{2}$	.....	.....	couvert; l'après-midi neige fine.
	9 mat. 7 $\frac{1}{2}$	27. 9,0	— 3 $\frac{1}{2}$	0. 9	O.	couvert, & la nuit dernière.
	soir. 10	27. 10,2	— 7	.....	.....	ferain en partie, & l'après-midi.
	10 mat. 6 $\frac{1}{2}$	27. 9,8	— 5 $\frac{1}{2}$	1. 2	S.	couvert, & la nuit dernière.
	soir. 10 $\frac{1}{2}$	27. 9,4	— 4	.....	.....	couvert, & la journée.
	11 mat. 7 $\frac{1}{2}$	27. 8,8	— 5	1. 4	S.	couvert, & la nuit dernière.
	soir. 10 $\frac{1}{2}$	27. 7,5	— 10 $\frac{1}{2}$	.....	.....	ferain en partie, & la journée.
	12 mat. 6	27. 6,10	— 12	1. 8	S. S. E.	ferain, & depuis deux heures du mat.
	soir. 10	27. 6,7	— 9 $\frac{1}{2}$	.....	.....	ferain, le ciel n'est pas clair.
	13 mat. 7	27. 5,4	— 7 $\frac{1}{2}$	2. 0	S.	couvert, & une partie de la nuit.
	14 mat. 7 $\frac{1}{2}$	27. 4,3	— 1	1. 11	S.	couvert, pluie le 13 après-midi.
	15 mat. 7 $\frac{1}{2}$	27. 6,8	— 2	1. 10	S.	couvert en partie la nuit.
	17 mat. 7 $\frac{1}{2}$	27. 10,4	— 2 $\frac{1}{2}$	1. 10	E.	couvert, & le 16 avec brouillard.
	soir. 10 $\frac{1}{2}$	27. 10,7	— 4 $\frac{1}{2}$	.....	.....	couvert, & la journée un peu de brouillard.
	18 mat. 7 $\frac{1}{2}$	27. 10,4	— 5 $\frac{1}{2}$	1. 9	N. E.	couvert, & la nuit dernière.
	soir. 10 $\frac{1}{2}$	27. 10,5	— 8 $\frac{1}{2}$	.....	.....	ferain, couvert la journée.
	19 mat. 7	27. 10,11	— 9 $\frac{1}{2}$	1. 6	N. E.	ferain, & la nuit dernière.
	soir. 10 $\frac{1}{2}$	27. 11,2	— 7 $\frac{1}{2}$	.....	.....	ferain en partie, & la journée.
	20 mat. 6 $\frac{1}{2}$	27. 11,9	— 10 $\frac{1}{2}$	1. 4	N.	ferain, & la nuit, peu de vent.
	soir. 10	28. 2,1	— 6 $\frac{1}{2}$	.....	.....	ferain, & la journée.
	21 mat. 6	28. 2,9	— 6 $\frac{1}{2}$	1. 2	S.	couvert entièrement.

\* indique que les eaux de la rivière répondoient au-dessous de zéro de l'échelle du pont de la Tournelle.

*Hiver.*

*Hiver de 1767 à 1768.*

Le 23 Décembre, jour où la Seine commença à charier, le thermomètre à 7 heures  $\frac{1}{2}$  du matin, étoit à 6 degrés au-dessous de zéro, le vent Nord-nord-est, le ciel serein; la rivière au Pont de la Tournelle étoit à 2 pieds 9 pouces de l'échelle.

## O B S E R V A T I O N S.

1767.	HEURES du JOUR.	BARO- MÈTRE.	THER- MOMÈT.	Hauteur de la Rivière.	VENTS.	ÉTAT DU CIEL.
	Deg.	pouc. lignes.	Deg.	pied, pouc.		
Déc. 21	soir 8 $\frac{1}{2}$	27. 9,2	— 0 $\frac{1}{4}$	2. 11	.....	serein, & depuis plusieurs jours.
22	mat. 7 $\frac{1}{2}$	27. 10,5	— 2 $\frac{1}{2}$	2. 10	N. E.	serein & la nuit, un peu de vent.
	soir 1 $\frac{1}{4}$	27. 10,9	— 0	.....	N. E.	serein & la matinée.
	soir 8	27. 11,8	— 2 $\frac{1}{2}$	.....	N. E.	serein & la journée, un peu de vent.
23	mat. 7 $\frac{1}{2}$	28. 0,0	— 6	2. 9	N. N. E.	serein & la nuit dernière.
	midi $\frac{1}{2}$	28. 0,0	— 3 $\frac{1}{4}$	.....	N. E.	serein & la matinée, un peu de vent.
	soir 8 $\frac{1}{2}$	28. 0,6	— 5 $\frac{1}{4}$	.....	.....	serein & depuis midi.
24	mat. 8	28. 1,3	— 8	1. 7	N. E.	serein & la nuit dernière.
	soir 1 $\frac{1}{2}$	28. 1,0	— 4 $\frac{1}{2}$	.....	E.	serein & la matinée.
	soir 8 $\frac{1}{2}$	28. 1,0	— 6 $\frac{1}{2}$	.....	.....	serein & l'après-midi.
25	mat. 7 $\frac{1}{4}$	28. 0,6	— 8 $\frac{1}{4}$	1. 10	N. E.	serein, & la nuit dernière.
	mat. 10	28. 0,4	— 7 $\frac{1}{2}$	.....	E. N. E.	serein & la matinée.
	midi $\frac{1}{2}$	27. 11,7	— 5 $\frac{1}{2}$	.....	E. N. E.	serein.
	soir 5	27. 10,11	— 7	.....	E. N. E.	serein.
	soir 10	27. 10,1	— 8	.....	.....	serein, & la journée sans nuages.
26	mat. 7 $\frac{1}{3}$	27. 8,0	— 8 $\frac{1}{2}$	2. 4	E. N. E.	couvert en partie, serein la nuit.
	midi	27. 9,0	— 4	.....	N. E.	couvert en partie, & du vent.
	soir 7	27. 9,0	— 6 $\frac{1}{2}$	.....	N. E.	couvert.
27	mat. 7 $\frac{1}{2}$	27. 9,4	— 9 $\frac{1}{2}$	3. 1	S. O.	serein, & la nuit couvert avec neige.

Le froid continua jusqu'au 8 de Janvier 1768. Le 5, à 8 heures  $\frac{1}{2}$  du matin, vent Nord-est, ciel serein, le thermomètre, au Collège royal de France, marquoit 14 degrés  $\frac{1}{2}$  au-dessous de la congélation, & ce fut le jour du plus grand

*Mém. 1776.*

K

74 MÉMOIRES DE L'ACADÉMIE ROYALE

froid; le 2, il fut de 9 degrés  $\frac{3}{4}$ ; le 3, de 11 degrés  $\frac{1}{2}$ ; le 4, de 13 degrés; le 6, de 13 degrés  $\frac{1}{2}$ ; & le 7, il n'étoit plus qu'à 6 degrés au-deffous de zéro.

M. de Parcieux, a publié un Mémoire intéressant sur le froid & la débacle des glaces de cet hiver de 1767 à 1768, qu'on pourra encore consulter. *Mémoires de l'Académie, année 1768, page 54.*

*Hiver de 1770 à 1771.*

Le 13 Février 1771, la rivière étoit couverte de glaçons; le thermomètre, ce jour-là, à 7 heures  $\frac{1}{4}$  du matin, étoit à 11 degrés  $\frac{1}{2}$  au-deffous de la congélation; le ciel ferein: le vent Nord-est & le baromètre à 27 pouces 11 lignes  $\frac{5}{12}$ . Les eaux de la rivière étoient à 7 pieds 6 pouces de l'échelle.

O B S E R V A T I O N S

1771.	HEURES du JOUR.	BARO- MÈTRE.	THERMO- MÈTRE	HAUT. de la Rivière.	VENTS.	ÉTAT DU CIEL.
	<i>Heur.</i>	<i>Pouc. Lig.</i>	<i>Deg.</i>	<i>Pieds Pour.</i>		
Févr. 6	foir 9 $\frac{1}{2}$	28. 2,5	— 0	13. 1	.....	ferein en partie.
7	mat. 7 $\frac{1}{2}$	28. 1,6	— 2 $\frac{1}{2}$	12. 7	N. E.	couvert en grande partie, du vent.
	foir 9 $\frac{1}{2}$	28. 1,3	— 2 $\frac{1}{2}$	.....	.....	ferein, en grande partie la journée.
8	mat. 6 $\frac{1}{2}$	28. 1,3	— 4 $\frac{1}{2}$	11. 11	N. E.	ferein, & la nuit dernière.
	foir 10	28. 1,6	— 4	.....	.....	couvert, grand vent.
9	mat. 7 $\frac{1}{2}$	28. 2,1	— 7 $\frac{1}{2}$	10. 7	N. E.	ferein, grand vent, & la nuit.
	foir 10	28. 0,10	— 4 $\frac{1}{2}$	.....	.....	couvert, moins de vent.
10	mat. 7	27. 11,4	— 6 $\frac{1}{2}$	9. 3	E.	couvert, & la nuit avec neige.
	foir 9 $\frac{1}{2}$	27. 11,0	— 6	.....	.....	couvert, & la journée avec neige.
11	mat. 7	27. 9,10	— 8	8. 3	S. E.	couvert, & la nuit dernière.
	foir 10	27. 8,0	— 8 $\frac{1}{2}$	.....	.....	couvert en partie, & la journée avec neige.
12	mat. 7	27. 6,4	— 4 $\frac{1}{2}$	7. 11	N.	couvert en grande partie, & la nuit beaucoup de neige.
	foir 10	27. 10,10	— 6 $\frac{1}{2}$	.....	.....	ferein, & la journée.
13	mat. 7 $\frac{1}{2}$	27. 11,5	— 11 $\frac{1}{2}$	7. 6	N. E.	ferein, & la nuit dernière.
	foir 10	27. 8,6	— 3 $\frac{1}{2}$	.....	.....	couvert, & en partie l'après-midi.
14	mat. 7	27. 7,5	— 2	7. 4	N. E.	couvert, & la nuit dernière.

Le mois précédent (Janvier) il avoit gelé assez fort; la gelée commença le 7 & continua jusqu'au 19: le froid augmenta jusqu'à 7 degrés  $\frac{1}{2}$  au-dessous de la congélation, les 13, 15 & 17. Je n'ai rien trouvé dans mon Journal qui concerne la rivière; le 7, elle étoit à 13 pieds 6 pouces; le 19, à 8 pieds 6 pouces de l'échelle.

*Hiver de 1772 à 1773.*

Le 6 Février au matin, la rivière charioit des glaçons: le thermomètre étoit à 6 degrés  $\frac{1}{4}$  au-dessous de la congélation; le ciel étoit serein, le vent Nord-est; le baromètre à 28 pouces 3 lignes  $\frac{3}{12}$ : les eaux de la rivière à 7 pieds 11 pouces: il y avoit de la neige.

## OBSERVATIONS.

1773.	HEURES du JOUR.			BARO- MÈTRE.		THERM.	HAUT. de la Rivière	VENTS.	ÉTAT DU CIEL.
	Heur.	Pou.	Lig.	Deg.	Pieds pou.				
Févr.	2 foir 10	28.	3,0	— 1 $\frac{1}{2}$	12. 0	.....			couvert, serein l'après-midi.
	3 mat. 7 $\frac{1}{2}$	28.	5,2	— 5	11. 0	N. E.			serein, en partie la nuit dernière.
	foir 10	28.	7,4	— 5 $\frac{1}{2}$	.....	.....			serein, neige l'après-midi.
	4 mat. 7 $\frac{1}{2}$	28.	8,0	— 7 $\frac{1}{2}$	10. 3	N. E.			serein, & la nuit dernière.
	foir 10	28.	7,2	— 6 $\frac{1}{2}$	.....	.....			serein, peu de nuages l'après-midi.
	5 mat. 7	28.	6,1	— 8 $\frac{1}{2}$	8. 7	N. E.			serein.
	foir 10	28.	4,3	— 3	.....	.....			couvert & l'après-midi, neige à 6 heures du soir.
	6 mat. 7 $\frac{1}{2}$	28.	3,3	— 6 $\frac{1}{2}$	7. 11	N. E.			serein, la neige existe.
	foir 10	28.	2,0	— 3 $\frac{1}{2}$	.....	.....			serein & la journée.
	7 mat. 8	28.	1,11	— 6 $\frac{1}{2}$	7. 9	N. E.			serein, & la nuit dernière.
	foir 10	27.	11,11	— 4	.....	.....			serein, & la journée.
	8 mat. 7	27.	11,1	— 5 $\frac{1}{2}$	7. 5	E.			nuages rares & la nuit dernière.
foir 10	27.	9,0	— 3 $\frac{1}{2}$	.....	.....			serein, & l'après-midi.	
	9 mat. 7 $\frac{1}{2}$	27.	8,2	— 3	7. 0	E. N. E.			couvert, neige beaucoup la nuit.
	foir 10	27.	10,2	— 3 $\frac{1}{2}$	.....	.....			serein, couvert l'après-midi.
	10 mat. 7 $\frac{1}{2}$	28.	0,1	— 6	6. 1	S. O.			serein, & la nuit dernière.
	foir 10	28.	2,3	— 1 $\frac{3}{4}$	.....	.....			serein, & la journée.
	11 mat. 7	28.	2,1	— 4 $\frac{1}{2}$	5. 6	S. S. E.			couvert, la nuit en partie.
	foir 10	28.	3,0	— 3	.....	.....			couvert de brouillard épais.
	12 mat. 7	28.	3,4	— 3 $\frac{1}{2}$	5. 1	S. E.			couvert de brouillard épais & la nuit.
	foir 10 $\frac{1}{2}$	28.	4,4	— 1 $\frac{1}{2}$	.....	.....			couvert de même & la journée.

*Hiver de 1773 à 1774.*

Le 4 Février 1774, la rivière charioit des glaçons, par un froid médiocre, le thermomètre n'étant ce jour-là qu'à 6 degrés au-dessous de la congélation; le ciel serein, le vent Nord-est, & la rivière fort haute: les eaux étoient à 13 pieds 11 pouces de l'échelle, au pont de la Tournelle.

## O B S E R V A T I O N S.

1774.	HEURES du JOUR.	BARO- MÈTRE.	THERM	HAUT. de la Rivière.	VENTS.	ÉTAT DU CIEL.
	Heur.	Pouc. Lig.	Deg.	Pieds Po.		
Févr. 2	mat. 10	28. 2,8	— $3\frac{1}{2}$	16. 6	N. E.	serein, grand vent.
3	mat. 7	28. 2,6	— 6	15. 11	N. E.	serein & la nuit, grand vent.
	soir 11 $\frac{1}{2}$	28. 4,0	— $4\frac{1}{2}$	.....	.....	serein & la journée, moins de vent.
4	mat. 7	28. 4,9	— 6	13. 11	N. E.	serein & la nuit, moins de vent.
	soir 9 $\frac{1}{4}$	28. 5,0	— $1\frac{1}{2}$	.....	.....	un peu de brouillard; serein la journée.
5	mat. 7 $\frac{1}{4}$	28. 4,6	— 3	12. 6	N. E.	serein, & la nuit dernière.
	soir 10 $\frac{1}{2}$	28. 4,6	— 0	.....	.....	couvert, peu de nuages la journée.
6	mat. 7	28. 4,0	— 1	12. 0	N. E.	couvert, & la nuit dernière.
	soir 11 $\frac{1}{4}$	28. 3,6	— 1	.....	.....	serein, & une partie de la journée.
7	mat. 7 $\frac{1}{2}$	28. 2,8	— $0\frac{1}{2}$	11. 8	O.	couvert de brouillard élevé.

*Hiver de 1774 à 1775.*

Le 27 Novembre au matin, la rivière étoit couverte de glaçons: le thermomètre à 7 degrés au-dessous de la congélation; le baromètre à 28 pouces 1 ligne  $\frac{8}{12}$ ; le vent Nord-est, & le ciel serein.

## OBSERVATIONS.

1774.	HEURES du JOUR.	BARO- MÈTRE.	THERM.	HAUT. de la Rivière.	VENTS.	ÉTAT DU CIEL.
	Heur.	Pouc. Lig.	Deg.	Pieds pou.		
Nov. 20	soir 9	28. 1,0	— 0 $\frac{1}{2}$	4. 1	N.	couvert en partie, pluie & neige l'après-midi.
21	mat. 7 $\frac{1}{2}$	28. 2,0	— 4	3. 11	N.	serain, & la nuit dernière.
	soir 10	28. 2,4	— 3 $\frac{1}{2}$	.....	N.	quelques nuages l'après-midi.
22	mat. 7 $\frac{1}{2}$	28. 2,0	— 4 $\frac{3}{4}$	3. 8	N. E.	couvert, & en partie la nuit dernière.
	soir 10	27. 11,7	— 3	.....	.....	couvert, & la journée avec neige.
23	mat. 7 $\frac{1}{2}$	27. 11,10	— 4	3. 6	S. E.	couvert, & la nuit avec neige 3 lignes.
	soir 10	27. 11,9	— 4	.....	.....	serain, & l'après-midi.
24	mat. 7 $\frac{1}{2}$	27. 6,6	— 1 $\frac{1}{4}$	3. 5	S. O.	couvert, & la nuit avec neige 3 lignes.
	soir 10	27. 4,8	— 1	.....	.....	serain, peu de soleil l'après-midi.
25	mat. 7 $\frac{1}{2}$	27. 6,5	— 2	3. 4	N. E.	couvert, & la nuit avec neige 3 lignes.
	soir 9 $\frac{1}{2}$	27. 9,8	— 3	.....	N. E.	serain, couvert l'après-midi, vent sensible.
26	mat. 8	27. 10,3	— 3 $\frac{1}{4}$	3. 1	N.	couvert en partie, serain la nuit dern.
	soir 10	28. 0,2	— 3 $\frac{1}{2}$	.....	.....	couvert, & l'après-midi avec neige 2 lignes.
27	mat. 7 $\frac{1}{2}$	28. 1,8	— 7	3. 0	N. E.	serain, en partie la nuit dernière.
	soir 10	28. 2,9	— 4	.....	.....	couvert également; serain l'après-midi.
28	mat. 8	28. 2,0	— 6	3. 0	S.	couvert & la nuit dernière.
	soir 10	27. 9,0	— 3	.....	.....	couvert, neige l'après-midi 4 lignes.

*Hiver de 1775 à 1776.*

Au mois de Décembre 1775, il gela peu, & cependant la rivière de Seine charia des glaçons & en assez grande quantité pour empêcher le coche de Sens d'arriver à sa destination; je fis partir sur ce coche, pour Sens, un jeune homme, & par une Lettre que je reçus de Sens, le 20 Décembre, on me mandoit. « Je ne croyois pas que le coche de Sens, fût parti de Paris, attendu les glaces dont « la rivière est couverte; aussi le coche n'a-t-il fait que la « moitié du chemin; on a été obligé de débarquer les Voya- »

»geurs, à dix lieues de Sens, à deux heures du matin (la nuit du 18 au 19.)»

A Paris, le 19, on vit des glaçons flotter sur la rivière, & le 20, elle charioit beaucoup; le degré de froid n'étoit pas cependant considérable. Le 19, à huit heures du matin, le thermomètre n'étoit qu'à 1 degré  $\frac{1}{2}$  au-dessous de zéro : le ciel avoit été serein la nuit du 18 au 19; le vent Nord-est. Le 20, à la même heure, le thermomètre à 2 degrés  $\frac{1}{4}$ ; ciel serein.

*OBSERVATIONS des plus grands Froids du mois de Décembre.*

1775.	HEURES du JOUR.	BARO- MÈTRE.		THERM.	HAUT. de la Rivière.	VENTS.	ÉTAT DU CIEL.
	Heur.	Pou.	Lig.	Deg.	pieds pou.		
Déc. 10	soir 11 $\frac{1}{4}$	28.	8,0	— 0 $\frac{1}{2}$	2. 4	.....	serein, peu de nuages l'après-midi.
11	mat. 8	28.	7,11	— 2	2. 2	N. E.	serein, & la nuit dernière.
	soir 10 $\frac{1}{2}$	28.	7,6	— 2	.....	.....	serein, & la journée.
12	mat. 9	28.	7,0	— 2 $\frac{1}{2}$	2. 0	S. E.	serein, & la nuit dernière.
	soir 10	28.	6,2	— 0 $\frac{3}{4}$	.....	.....	couvert; serein la journée.
13	mat. 8	28.	5,8	— 2 $\frac{1}{4}$	2. 0	S. E.	serein; couvert presque toute la nuit.
	soir 10	28.	5,3	— 2	.....	.....	brouillard; serein la journée.
16	soir 10	28.	6,3	— 1	1. 9	.....	serein, en partie l'après-midi avec du brouillard.
17	mat. 8	28.	7,6	— 3 $\frac{1}{4}$	1. 8	N. E.	serein, & la nuit dernière.
	soir 10	28.	7,3	— 2 $\frac{1}{2}$	.....	.....	serein & la journée, du vent.
18	mat. 8	28.	6,6	— 2 $\frac{1}{2}$	1. 8	N. E.	serein, & la nuit dernière.
	soir 10	28.	5,0	— 0 $\frac{1}{2}$	.....	.....	serein, & la journée.
19	mat. 8	28.	4,2	— 1 $\frac{1}{2}$	1. 6	N. E.	nuages rares; serein la nuit; <i>la rivière charie.</i>
	soir 9 $\frac{1}{2}$	28.	3,6	— 0 $\frac{1}{2}$	.....	.....	serein, brouillard l'après-midi.
20	mat. 8	28.	2,9	— 2 $\frac{1}{4}$	1. 5	S. E.	serein, & la nuit dernière; <i>la rivière charie.</i>
	soir 9 $\frac{1}{4}$	27.	11,5	— 1 $\frac{3}{4}$	.....	.....	serein, & la journée.



RÉSULTAT des Tables précédentes, contenant le détail  
d.s jours que la rivière de Seine a charié des glaçons,  
& qu'elle a été gelée.

ANN.	MOIS & JOURS.	BARO. MÈTRE	THERM.	HAUT. de la Rivière	VENTS.	ÉTAT DU CIEL ET DE LA RIVIÈRE.
	Mois Jours.	pouces. lig.	Deg.	pied pou.		
1733.	Déc. 14 ou 15	.....	— 2 $\frac{1}{2}$	0. 11	.....	la rivière charioit des glaçons.
1740.	Janvier.... 10	27. 3,0	— 11	2. 6	N. E.	couvert; la rivière gelée pendant un grand nombre de jours.
1742.	Déc. 26 au 27	.....	— 8 $\frac{1}{2}$	1. 6	E.	serain; la rivière gelée.
1744.	Janvier... 11	.....	— 7	2. 7	N.	serain; la rivière gelée.
1746.	Février... 14	28. 4,0	— 4	7. 10	N.	serain; froid sec; la rivière charioit le matin.
1746.	Mars.... 13	28. 2,0	— 5 $\frac{1}{2}$	7. 8	N.	serain; froid sec; la riv. charioit très-fort.
1748.	Janvier... 13	28. 3,0	— 9	3. 0	N.	serain; froid sec; la riv. charioit très-fort.
1748.	Mars.... 7	27. 11,0	— 10	2. 5	N. E.	serain; froid sec; la riv. charioit très-fort.
1762.	Décemb... 29	28. 1,0	— 7 $\frac{1}{2}$	2. 6	E.	serain; la rivière gelée.
1763.	Mars.... 13	27. 11,9	— 3	4. 10	N. E.	serain en partie, la glace a 12 lignes $\frac{1}{2}$ d'épaisseur.
1766.	Janvier... 1	28. 0,9	— 7 $\frac{1}{2}$	2. 0	N. E.	serain; la rivière gelée entre les deux Ponts.
1767.	Janvier... 7	27. 10,4	— 13	0. 1	N. E.	serain en partie; la rivière a été gelée; glace 7 pouces d'épaisseur.
1767.	Décemb... 23	28. 0,0	— 6	2. 9	N. N. E.	serain; la rivière commence à charier.
1771.	Février... 13	27. 11,5	— 11 $\frac{1}{2}$	7. 6	N. E.	serain; la rivière couverte de glaçons.
1773.	Février... 6	28. 3,3	— 6 $\frac{1}{2}$	7. 11	N. E.	serain; la rivière charioit.
1774.	Février... 4	28. 4,9	— 6	13. 11	N. E.	serain; la rivière charioit.
1774.	Novemb... 27	28. 1,8	— 7	3. 0	N. E.	serain; la rivière couverte de glaçons.
1775.	Décemb... 19	28. 4,2	— 1 $\frac{1}{2}$	1. 6	N. E.	nuages rares; la rivière charioit.
1776.	Janvier... 19	27. 11,3	— 4 $\frac{1}{2}$	4. 0	N. E.	serain; la riv. a commencé à charier; avant le 19, le therm. avoit été à 10 deg. $\frac{1}{2}$ .
1776.	Janv. 24 au 25	27. 11,2	— 9 $\frac{1}{2}$	4. 10	N. E.	serain; la rivière gelée au-dessus & au-dessous des Ponts, vers Sèves & Choisy.
1776.	Janvier... 30	28. 0,8	— 13	3. 3	E.	serain; la rivière prise entre les deux Ponts.

Nota. Cette dernière Table fait voir à quel degré de froid la rivière de Seine à Paris a commencé à charier. En 1733, le thermomètre à Paris, n'étoit qu'à 2 degrés  $\frac{1}{4}$  au-dessous de la glace; en 1775, 1 deg.  $\frac{1}{2}$  seulement; ce n'étoit pas sans doute ce froid médiocre qui faisoit charier la rivière; mais un plus grand froid qu'on ressentoit plus haut, & dont on n'a point les observations. Il seroit intéressant pour parvenir à cette connoissance, de faire des observations correspondantes à celles qui seroient faites à Paris, à Châlons-sur-Marne, à Troyes & à Auxerre.

En consultant les Tables que je viens de rapporter , qui contiennent les froids pendant lesquels la rivière de Seine a charié des glaçons & s'est gelée ; on reconnoitra aisément que ce n'est pas toujours un grand froid qui fait charier la rivière, ni la hauteur plus ou moins grande de ses eaux : il sembleroit qu'il y a quelqu'autre cause qui en est indépendante : qu'un ciel serein, par des froids moins grands que ceux qui arrivent par un ciel couvert, y contribue beaucoup ; le froid de cette année en offre un exemple, ainsi que les Tables précédentes. Le ciel fut couvert depuis le 9 Janvier 1776 jusqu'au 19, de beaucoup de brouillards élevés : le vent presque toujours Nord-est, peu sensible ; la terre couverte de neige. Le 19, vers les neuf heures du matin, le ciel étant devenu serein, les eaux de la rivière commencèrent à charier des glaçons après avoir eu des froids considérables, pendant plusieurs jours : le ciel se couvrit ensuite & continua de l'être, en grande partie, de brouillards, depuis le 19 jusqu'à la nuit du 24 au 25 qu'il devint serein ; les eaux de la rivière se gelèrent cette nuit au-dessus & au-dessous des Ponts, vers Sèvres & Choisy ; le beau temps continua, & la gelée alla en augmentant : les eaux de la rivière étant gelées aux deux extrémités de la Ville, il ne passoit plus de glaçons, & la moitié du courant de la rivière couloit librement dans son milieu, entre le Pont-neuf & le Pont-royal, jusqu'au 29 Janvier, comme on peut le voir marqué sur le dessin de la rivière, entre les deux lignes qui y sont tracées en points. Le 30, ce courant se trouva gelé & réuni aux glaçons des bords : il falloit un froid bien considérable pour glacer cette partie de la rivière, qui, ordinairement, ne se gèle que par les glaçons qui s'accumulent aux arches des Ponts, & qui se succèdent ; cette circonstance, qui est remarquable, sembleroit prouver que le froid de cette année a été bien plus grand que celui de 1709 ; puisqu'en 1709, cette partie de la rivière resta libre & à découvert pendant le plus grand froid (p).

---

(p) Leçons de Physique, tome IV, page 227.

M. de Parcieux rapporte (q). « Il y a néanmoins dans le froid de cette année (l'hiver de 1767 à 1768) une singularité bien digne d'être remarquée, parce qu'on ne trouve « nulle part que le froid de 1709 ait produit rien de semblable; « des puits de trente, cinquante, cinquante-cinq pieds de profondeur gelèrent: cette singularité tendroit à faire croire le froid « de cette année plus fort que celui de 1709, si les thermomètres n'assuroient pas le contraire. » Il faut voir les effets de ce froid, décrits dans le Mémoire de M. de Parcieux; il y rapporte le froid de l'hiver de 1767 à 1768, à 13 degrés  $\frac{2}{3}$ , observé à l'Observatoire royal, par M. l'abbé Chappe: je l'observai au Collège royal de France, où je demeurois alors, à 14 degrés  $\frac{1}{2}$ , le 5 Janvier, à 8 heures  $\frac{1}{2}$  du matin; le vent étoit Nord-est & le ciel serein. Je laisse aux Physiciens la recherche des causes de ce que je viens de rapporter; c'est à eux à tirer les conséquences, d'après les Tables d'observations que je viens de rapporter dans ce Mémoire.

Je rapporterai ici le sentiment de quelques Physiciens, sur les causes de la formation de la glace dans les grandes rivières.

« M. Homberg (r) croit que, du moins dans notre climat, de grosses rivières, comme la Seine, ne doivent point geler « d'elles-mêmes, si ce n'est vers les bords, parce que le courant « est toujours trop fort vers le milieu; qu'ainsi, si l'on ne « cassoit point la glace des bords, ce que l'on ne manque « jamais de faire pour différentes raisons, le milieu couleroit « toujours à l'ordinaire & ne charieroit point de glaçons, « supposé d'ailleurs qu'il ne tombât point de petites rivières « dans la grosse; mais que, comme il y en tombe, les glaçons « qu'elle charie dans son milieu, viennent, pour la plus grande « partie, des petites rivières qui ont gelé facilement, & dont « on a cassé la glace; que ces glaçons, arrêtés ou par un Pont « ou par un coude de la rivière, ou par quelques obstacles «

(q) Mémoires de l'Académie, année 1768, page 55.

(r) Histoire de l'Académie, année 1709, page 9.

» que ce soit, se prennent & se collent les uns aux autres par  
 » le froid, & forment ensuite une espèce de croûte qui couvre  
 » toute la surface de la rivière; & qu'enfin, comme le froid  
 » de 1709 fut & très-subit & très-âpre, dès son premier  
 » commencement, les petites rivières qui tombent dans la Seine,  
 » au-dessus de Paris, gelèrent tout-à-coup & entièrement, de  
 » sorte que leurs glaçons qui se seroient pris sur la superficie  
 » de la Seine ne purent y être portés, du moins, en assez grande  
 » quantité. Il est assez remarquable que la violence même du  
 » froid de 1709 ait été en partie cause de ce que la Seine ne  
 » gela point.»

M. l'abbé Nollet dit à ce sujet (f), « Je suis d'accord avec  
 » M. Homberg, sur la manière dont se fait l'engorgement, &  
 » que la glace qui couvre une grande rivière n'est jamais toute  
 » d'une pièce; qu'elle n'est qu'un assemblage de plusieurs  
 » morceaux arrêtés par quelque obstacle, & soudés, pour  
 » ainsi dire, les uns sur les autres; qu'un froid subit & fort  
 » âpre rend les glaçons flottans, moins nombreux qu'ils n'ont  
 » coutume d'être, lorsque l'hiver est plus modéré: mais quelle  
 » est l'origine des glaçons, & pourquoi leur quantité dépend-  
 » elle de la force & des progrès plus ou moins précipités de  
 » la gelée? » ( Voilà le point qui sépare ces deux Physiciens )

& M. l'abbé Nollet dit dans le même Mémoire, « Je  
 » crois être en état de prouver que les glaçons que l'on voit  
 » flotter, quand la rivière charrie, ont été formés, pour la  
 » plupart, d'une eau qui n'a point cessé de se mouvoir, car  
 » je ne crois pas qu'on doive les regarder, au moins pour la  
 » plus grande partie, comme des fragmens détachés des bords  
 » ou qui viennent des petites rivières où l'on a pris soin de  
 » rompre les glaces, comme l'ont pensé quelques Physiciens.  
 » Les glaçons flottans sont autant & plus nombreux le matin  
 » que le soir: Est-il vraisemblable qu'on ait travaillé à les  
 » détacher pendant la nuit, ou s'ils viennent d'assez loin pour  
 » être partis du jour précédent? Comment le plus grand nombre

n'a-t-il pas été arrêté en chemin par la glace des bords & « par mille autres obstacles qui se rencontrent sur une rivière « à moitié prise ? D'ailleurs , s'ils ont été détachés à force de « bras , quel travail ne faut-il pas supposer pour en produire « une aussi grande quantité , & d'où fait-on que les gens de la « campagne agissent ainsi de concert pour dégager les rivières ? « Enfin , pour peu que l'on compare ces glaçons avec ceux « qui tiennent au rivage , quelle différence n'y trouve-t-on pas ? « Ces derniers sont presque toujours plus unis , plus épais , « plus durs & plus transparens : les premiers ne sont donc pas « de la même espèce , & voici comme on peut concevoir « qu'ils ont été formés. «

Quand on jette les yeux sur une grande rivière , sur-tout « dans la campagne , & par un temps calme , on remarque « quantité d'endroits où la superficie de l'eau coule d'une « manière sensiblement uniforme , où les parties par conséquent « n'ont qu'une vitesse commune , & sont comme en repos , « respectivement les unes aux autres ; qu'un tel mouvement se « soutienne quelques instans , pendant un froid âpre , il se forme « un glaçon qui a plus ou moins d'étendue , selon celle où se « borne l'uniformité du mouvement que nous supposons , & cette « égalité de vitesse , qui sûrement n'est jamais exacte à la rigueur , « mais qui le plus souvent suffit pour donner prise à la gelée. « Si ce premier glaçon , tendre & mince , flotte quelque temps « sur une eau qui continue de couler de cette manière , bien loin « de se rompre , il se durcit davantage & augmente en épaisseur , « parce que le degré de froid qu'il a , croissant de plus en plus , « ses parties se condensent , & il devient lui-même capable de « geler l'eau qui le touche immédiatement ; & quand bien « même il passeroit ensuite par des endroits où le courant est « ondé , ou qu'il iroit heurter contre d'autres glaces , sa dureté « & ses dimensions peuvent être telles qu'il résiste au choc & « aux secousses ; ou bien s'il se rompt , les morceaux demeurent « encore assez grands pour en composer un autre , par leur « union , avec de semblables fragmens. »

Les effets qui sont arrivés cette année , par la force de

la gelée, en gelant le courant de la rivière, le 30 Janvier 1776, entre le Pont-neuf & le Pont-royal, comme je l'ai rapporté dans ce Mémoire, semblent prouver ce qu'avance M. l'abbé Nollet sur la formation d'une partie des glaçons sur les eaux d'une grande rivière, & je suis bien de son avis à cet égard.

Dans le Mémoire déjà cité, M. l'abbé Nollet détruit, par des expériences, ce que M. Hales a rapporté dans l'Appendice qui est à la fin de sa *Statique des végétaux*, sur la formation de la glace au fond des rivières. M. Hales fit, pendant deux ans, des expériences sur la Tamise, voici ce qu'il en dit :

« La superficie de l'eau étoit gelée d'un tiers de pouce » d'épaisseur ; à travers cette glace, j'en apercevois un autre » lit au-dessous ; je rompis la glace du dessus avec une rame, » & ayant pêché de la glace du dessous, je vis qu'elle avoit » près d'un demi-pouce d'épaisseur, mais elle avoit plus de » cavités, & elle étoit plus spongieuse & moins solide que la » première : cette glace du dessous se joignoit à celle du dessus, » au bord de l'eau, & ces deux lits de glace s'éloignoient l'un » de l'autre, à mesure que l'eau étoit plus profonde, & réelle- » ment le second lit suivoit la profondeur de la rivière, car il » étoit adhérent au fond, & même mêlé de sable & de pierres » que les glaçons emmenaient quelquefois avec eux. »

Je rapporterai dans une Table, avant d'avoir parlé des principaux phénomènes des grands hivers, les années des froids les plus considérables, qui ont été observés à Paris, jusqu'à celui de cette année 1776.

ANNÉES.	THERM. de REAUMUR.	CITATIONS DES ANNÉES D'OBSERVATIONS.
	<i>D. 12.<sup>o</sup></i>	
1392	.....	Mémoires pour servir à l'Histoire de France, in-4. <sup>o</sup> Paris, 1729, p. 91, année 1422.
1422	.....	cité dans le même Ouvrage.
1458	.....	Chroniques de Saint-Denys, tome III de l'édition de Guillaume Eustache, in-fol. Paris, 1514.
1468	.....	Philippe de Commines, tome I, édit. in-4. <sup>o</sup> Paris (sous le nom de Londres).
1594	.....	Journal de Henri IV, in-8. <sup>o</sup> à la Haie, Vaillant, 1741, page 201.
1608	.....	Idem, tome III, page 451, édition de la Haie.
1670	.....	} connus.
1684	.....	
1695	.....	
1709	— 14,8	Thermomètre de Reaumur placé à côté de l'ancien de la Hire, milieu pris entre 355 déterminations.
1709	— 15,0	même Thermomètre; milieu entre 331 déterminations.
1709	— 15,2	Thermomètre de Reaumur hors de la tour à l'air libre; milieu entre 105 déterminations.
1709	— 14,1 $\frac{1}{3}$	milieu entre les trois résultats de 791 déterminations.
1716	— 15,9	Traité de Météorologie du P. Cotte.
1729	— 12,3	du même Traité.
1740	— 10,0	Mémoires de l'Académie 1740, page 614, & à un second thermomètre 11 degrés.
1742	— 14,6	Mémoires de l'Académie, 1742, page 391.
1745	— 10,3	Idem, 1745, page 549.
1747	— 11,9	Idem, 1747, page 697.
1748	— 10,2	Idem, 1748, page 600.
1751	— 10,0	Idem, 1751, page 480.
1753	— 9,3	Idem, 1753, page 589.
1754	— 12,0	Idem, 1754, page 685.
1755	— 11,9	} tiré de mes Journaux d'observations.
1757	— 10,0	
1758	— 11,0	
1763	— 7,8	
1766	— 10,0	
1767	— 13,0	
1768	— 14,6	
1771	— 11,6	
1776	— 16,3	29 Janvier, 7 <sup>h</sup> $\frac{1}{4}$ du mat. tiré de mes Journaux d'observat.

Voici le détail de ce que j'ai pu recueillir sur les anciennes observations des années rapportées au commencement de cette Table.

L'hiver de 1422, deux cents quatre-vingt-sept ans avant celui de 1709, se trouve décrit dans un Ouvrage qui a pour titre, Mémoires pour servir à l'Histoire de France & de Bourgogne, contenant un Journal de Paris, sous les règnes de Charles VI & de Charles VII, *in-4.<sup>o</sup> Paris, 1729, page 91.* « 1422, » Janvier, douzième jour, fit le plus alpre froit que homme » eust veu faire ; car il gela si terriblement , qu'en mains de » trois jours le vinaigre, le vergus geloient de dans les celiers, & » pendoient les glaçons ès voultres des caves, & fut la rivière » de Saine, qui grande estoit, toute prinée, & les puiz gelez » en mains de quatre jours, & d'une celle aspre gelée dix-huit » jours entiers ; & si avoit tant negé avant que celle aspre gelée » commençast environ ung jour ou deux devant, comme on » avoit veu trente ans devant (en 1392), & pour l'aspreté de » cette gelée, & de la neige, il faisoit si très-froit, que personne » ne faisoit quelque labour, que soulder, croquer, jouer à la pelote » ou autres jeux pour soy eschauffer, & vray est qu'elle fut si » forte, qu'elle dura en glaçons, en cours, en rües, près des fontaines jusques la Nostre-Dame en Mars. Et vray est que les coqs & gelines avoient les crestes gelées jusques à la teste. »

L'hiver de 1458 fut très-rude à Paris, c'est ce qu'on lit dans les Chroniques de S.<sup>t</sup>-Denys, *tome III* de l'édition de Guillaume Eustache, *in-folio, Paris, 1514* ; mais il le fut bien plus en Allemagne, puisqu'*Æneas Sylvius*, qui fut depuis Pape, sous le nom de Pie second, rapporte que le Danube s'étant glacé de l'un à l'autre bord, une armée de quarante mille hommes y campa sur la glace. Marcel nous a appris le même fait, d'après Sylvius, *tome III* de son Histoire de l'origine & des progrès de la Monarchie françoise, *in-12, page 624.*

L'hiver de 1468 fut si violent, qu'en Flandre on fut obligé de rompre, à coups de hache, le vin qu'on y distribuoit aux Soldats, Philippe de Comines nous l'atteste, &



c'est de lui que M. Duclos a emprunté ce fait dans son Histoire de Louis XI, *tome II, page 158.*

L'hiver de 1594, causa beaucoup de morts subites à Paris; elles arrivèrent principalement aux petits enfans & aux femmes. Le grand froid de cette année commença le 23 Décembre, il reprit le 13 Avril de la suivante, & il gela aussi fortement en ce jour, que le jour de Noël de 1594. Journal de Henri IV, *in-8.º à la Haye, Vaillant, 1741, page 201.*

On ne connoît de grands hivers du siècle dernier, que ceux de 1608, 1670, 1684 & 1695, il paroît que le premier fut le plus violent de tous, & il eut lieu, un siècle avant celui de 1709, c'est celui que cite *Cyrano de Bergerac*, né en 1620, mort en 1655, dans la Comédie du *Pédant joué*, voici ce qu'on lit : « Va prendre dans mes armoires ce pour-point découpé, que quitta feu mon père l'année du grand hiver. » Il y a lieu de présumer que ce grand hiver arriva l'année 1608. Voici ce que *Pierre de l'Étoile* rapporte dans son Journal du règne de Henri IV, *tome III, page 451, édition de la Haye.* « 1608, Mars, la rigueur du froid, dans le commencement de ce mois, est aussi grande qu'elle l'a été les deux « mois précédens; en sorte que le gibier, les oiseaux, le bétail « meurent de froid dans les campagnes; plusieurs personnes, « hommes & femmes, en sont mortes, & un plus grand « nombre sont demeurés perclus, & d'autres ont les pieds & « les mains si gelés, qu'on ne peut pas les réchauffer, pour « faciliter la circulation du sang dans ces parties. »

Dans le *Mercure françois*, *année 1608* : « Cette année fut appelée l'année du grand hiver. En Allemagne & dans les « Pays septentrionaux, les fleuves les plus rapides & les plus « profonds, furent tellement glacés, que les chariots chargés « passoient par-dessus. Plusieurs personnes moururent de ce « froid; d'autres demeurèrent perclus, & beaucoup eurent les « pieds & les mains gelés. Ceux d'*Anvers*, voyant la rivière « de l'*Escau* toute glacée, comme elle l'avoit été l'an 1563, « dressèrent dessus des tentes, & allèrent banqueter sur la « glace. L'Angleterre qui avoit perdu, l'an passé, beaucoup «

» de bétail , par le débordement de la mer , s'en trouva presque  
 » déserte par la rigueur de ce froid. En France , toutes les  
 » rivières furent glacées : plusieurs personnes moururent de  
 » cette froidure , & dans les villes & dans les campagnes :  
 » ce froid gela des vignes jusqu'à la racine ; tous les cyprès &  
 » grand nombre de noyers en devinrent secs ; il fit beaucoup  
 » de mal : mais le dégel occasionna de grands accidens , sur-  
 » tout à la rivière de Loire. L'Italie n'en fut pas exempte ; il  
 » survint du commencement un si grand débordement de  
 » rivières , que Rome le vit presque en un déluge , par les eaux  
 » du Tibre qui descendirent avec une telle violence des monts  
 Appennin , que plusieurs maisons en furent renversées.»

Ce grand hiver commença le 1.<sup>er</sup> Janvier : Henri IV , dit , en s'éveillant , à ceux qui étoient autour de son lit , que le froid de ce jour lui rappeloit celui du siège de Landau , & celui de l'année de son mariage , qui fit mourir plusieurs personnes au retour de Lyon : le froid alla toujours en augmentant , jusqu'au 23 du même mois : ce fut le 20 , que Henri IV dit , que *sa mouffache s'estoit gelée au lit , & auprès de la Royné (t)* , selon Pierre Mathieu , dans son Histoire de France , il dit aussi , que trois jours après , le pain qu'on servit à Henri IV fut gelé , & qu'il ne voulut pas qu'on le dégelât. M. de Saint-Foix ajoute , que le 20 , cinq hommes qui amenoient des provisions aux Halles , furent trouvés morts de froid au coin de la rue Tirechape.

« L'hiver de 1709 fut un des plus rudes que l'on eût eu  
 » depuis un siècle. On trouva , tant à la ville qu'à la campagne ,  
 » plusieurs personnes mortes de froid , & ce qui acheva de  
 » plonger le royaume dans la misère , c'est qu'une forte gelée ,  
 » qui succéda à un prompt dégel , fit périr tous les blés qui  
 » avoient été jusqu'alors couverts de neige : on fut contraint  
 » de labourer de nouveau les terres au printemps , & d'y  
 » semer de l'orge & de l'avoine ; mais ces grains ne purent

---

(t) Cette anecdote a été omise par M. de Thou , par Sully , par l'Auteur du Mercure françois & par celui du Journal de Henri IV ; & Pierre Mathieu n'en parle que sur la foi de ceux qui la lui ont racontée.

réparer la difette de blé , & la force étant ôtée au pain , le plus « grand nombre se ressentit du changement de nourriture. »  
Tiré de l'Abrégé de l'Histoire de France , pour servir de  
suite à celui de Mézeray , tome XII. Amsterdam , 1722 ,  
in-douze , page 552.

## ARTICLE XII.

*Recueil des Observations du froid de 1776 , observé  
dans différentes Provinces. Extrait des Lettres de mes  
correspondans & des Papiers publics.*

*Observations faites à Paris.*

JE rapporterai ici la note que j'ai publiée , & celle des Observations faites à l'Observatoire royal , publiée peu de temps après la mienne , qui annonçoit un froid différent de celui que j'avois observé ; cela laissoit le Public & l'Académie dans l'incertitude : sur cette différence , l'Académie nomma quatre Commissaires pour examiner les observations & les thermomètres , en les mettant à un froid artificiel : ce fut aussi cette différence dans les observations qui me détermina à la composition de ce Mémoire , pour mettre l'Académie & le Public à même de comparer mes observations avec celles que l'on a faites à l'Observatoire royal , & transmettre les effets de ce grand froid , de manière qu'on puisse à l'avenir le reconnoître & le comparer aux froids qu'on éprouvera.

Voici la note publiée par moi (u) que je mets la première , à cause de la date. « Les 11 , 12 & 13 du mois dernier (Janvier) il tomba dans cette ville cinq pouces de neige ; « la gelée commença le 14 , & est allée jusqu'ici , en augmen- « tant , par un vent d'Est & de Nord-est. Le 27 , le froid , « à 7<sup>h</sup> 27' du matin , fut très-vif. Plusieurs thermomètres , que « le sieur Messier , Astronome de la Marine , avoit placés à « son Observatoire , marquèrent le degré de froid à 13 degrés  $\frac{1}{4}$  »

---

(u) Gazette de France , 1776 , n.º 10.  
Mém. 1776.

» & 13 degrés  $\frac{1}{2}$ , par un vent de Nord-est piquant, le ciel  
 » étant serein: le lendemain 28, à 7<sup>h</sup> 20' du matin, le froid  
 » avoit augmenté de 2 degrés: les thermomètres du même  
 » Observatoire marquèrent 15 degrés  $\frac{1}{4}$  & 15 degrés  $\frac{1}{2}$ , le ciel  
 » également serein & avec le même vent Nord-est; ce froid  
 » étoit le même qui fut observé en 1709, & qui a été fixé  
 » à 15 degrés & 15 degrés  $\frac{1}{2}$ . Le 29, à 7<sup>h</sup> 15' du matin, le  
 » froid étoit encore plus vif: le thermomètre étoit descendu  
 » 1 degré au-dessous de 1709, & 6 degrés  $\frac{1}{4}$  de plus qu'en  
 » 1740, c'est-à-dire, à 16 degrés & 16 degrés  $\frac{1}{4}$ ; le ciel  
 » toujours serein, le vent à l'Est, & le baromètre à 27 pouces  
 » 11 lignes  $\frac{1}{2}$ . Le 30, à 7<sup>h</sup> 15' du matin, le froid avoit diminué  
 » de 2 degrés  $\frac{1}{2}$ . La nuit du 24 au 25, la rivière s'est gelée  
 » au-dessus & au-dessous des Ponts de cette ville, après n'avoir  
 » commencé à charier que le 19.»

« *Extrait de la seconde note publiée (x).* Le thermomètre  
 » fut suivi exactement à l'Observatoire royal, par les sieurs  
 » le Gentil & Jeurat; il fut le 17 Janvier, à 11 degrés de  
 » condensation; le 25, à 10; le 26, à 9; le 27, à 12;  
 » le 28, à 14; le 29, à 14  $\frac{1}{4}$ ; le 30, à 12; le 31, à 12;  
 » & le 1.<sup>er</sup> Février, à 13  $\frac{1}{2}$ ; d'où il suit, que le froid de cette  
 » année est à peu-près égal à celui de l'année 1768, & qu'il  
 » est moindre de 1 degré  $\frac{1}{4}$  que celui de l'année 1709, qui  
 » fut de 15 degrés  $\frac{1}{2}$ . »

Le 5 Juin suivant, M. le Gentil rendit compte à l'Académie de ses observations sur le froid.

Les observations du froid qui vont être rapportées dans cet article (XII), & celles qui sont dans le précédent (XI), ont été faites à des thermomètres de M. de Reaumur; l'échelle est divisée entre la glace & l'eau bouillante, en 80 degrés, & c'est sur cette même échelle de 80 degrés, que j'ai rapporté dans les Tables qui suivent & qui précèdent (*article XI*) la suite des degrés observés au thermomètre de Fahrenheit.

---

(x) Gazette de France, 1776, n.<sup>o</sup> 11.

J'avois chargé une personne de la rue de Tournon à Paris, d'observer le froid à un thermomètre à l'esprit-de-vin, construit par Dom Victor, Chartreux, placé dans le jardin de la maison, sous des arbres, élevé à cinq pieds de terre, & exposé au Nord. Voici la Table de ces observations.

1776.	HEURES du JOUR.		THERMO- MÈTRE.
	H.		D.
Janv. 26	mat. 7	$\frac{1}{2}$	— 10
27	mat. 7	$\frac{1}{2}$	— 12 $\frac{3}{4}$
27	midi.		— 10 $\frac{1}{4}$
28	mat. 7	$\frac{1}{2}$	— 14 $\frac{1}{2}$
28	soir. 6		— 10 $\frac{1}{2}$
29	mat. 7	$\frac{1}{2}$	— 15 $\frac{1}{2}$
30	mat. 7	$\frac{1}{2}$	— 12
31	mat. 7	$\frac{1}{2}$	— 13 $\frac{1}{2}$
Févr. 1	mat. 7	$\frac{1}{2}$	— 14 $\frac{1}{2}$

Dom Arsène, Dom Barthélemy & Dom Michel, Chartreux, m'ont dit l'avoir observé à 16 degrés.

Dom Germain m'a communiqué ses observations: j'ai vu le thermomètre dont il s'est servi, il étoit à l'esprit-de-vin; placé dans son jardin, à quatre pieds de terre, exposé au Nord-ouest, position qui n'étoit pas celle d'où venoit le vent, qui pendant le froid fut Nord-est & Est: ces deux vents étoient arrêtés par les arbres du Luxembourg & de l'hôtel de Vendôme. L'heure des observations fut à 7 heures du matin, excepté celle du 27, qui fut faite à 2<sup>h</sup> 9'.

ANNÉE 1776.	THERMO- MÈTRE.
	<i>Deg.</i>
Janvier 17, 18 & 19	— 8
20	— 12 $\frac{1}{2}$
21	— 11
22	— 11 $\frac{1}{2}$
23	— 3 $\frac{1}{2}$
24	— 6
25	— 9
26	— 10
27	— 12 $\frac{1}{3}$
28	— 14
29	— 14 $\frac{1}{2}$
30	— 12
31	— 15 $\frac{1}{2}$
Février . . . . . 1	— 15 $\frac{1}{2}$

A Paris, sur les combles de l'hôtel de la Monnoie, le 29 Janvier au matin, M. Tillet observa le degré de froid à 16 degrés au-dessous de la congélation, à un thermomètre au mercure, construit par Cappy.

M. Briffon, qui n'étoit pas placé avantageusement pour observer le degré de froid, pria un de ses amis de l'observer au faubourg Montmartre, à un thermomètre à l'esprit-de-vin qu'il avoit construit en 1770: & le 29 Janvier au matin, ce thermomètre marquoit 16 degrés au-dessous de zéro.

Un grand nombre de personnes, à Paris, qui n'étoient pas placées avantageusement, ont observé 15 & 16 degrés au-dessous de la congélation.

## À VERSAILLES.

*Épaisseur de la glace au milieu du grand Canal de Versailles (y).*

1776.	HEURES du JOUR.	ÉPAISS. de la GLACE.	
	H. M.	Pouc.	Lig.
Janv. 26	4. 50 soir.	8.	3
27	7. 20 mat.	8.	10
28	7. 27 mat.	10.	5
29	7. 25 mat.	12.	9
30	7. 25 mat.	12.	11
31	7. 21 mat.	13.	0
Févr. 1	7. 0 mat.	13.	1
2	5. 0 soir.	13.	0
3	8. 30 mat.	12.	10 $\frac{1}{2}$

## À SAINT-DENYS.

Dom Bedos, Correspondant de l'Académie, observa le degré de froid le 29 Janvier matin à 16 degrés au-dessous de la congélation. Son thermomètre étoit à l'esprit-de-vin.

## À MONTMORENCY.

Le P. Cotte, Prêtre de l'Oratoire, Curé de Montmorency & Correspondant de l'Académie, me manda dans sa Lettre du 31 Janvier 1776, « Je vous envoie mes observations sur le froid, & vous observerai que mes thermomètres sont parfaitement isolés, en sorte qu'ils ne touchent que par les deux extrémités aux planches qui portent les graduations; ils sont à l'esprit-de-vin, excellens, & sortent des mains de Dom Bedos. »

---

(y) Gazette de France; 1776, n.º 11.

## TABLE des Observations.

1776.	HEURES du JOUR.	THERMO- MÈTRE.	1776.	HEURES du JOUR.	THERMO- MÈTRE.
	Heur.	Deg.		Heur.	Deg.
Janv. 15	mat. 7 $\frac{1}{2}$	— 7 $\frac{1}{2}$	Janv. 23	mat. 7 $\frac{1}{2}$	— 3 $\frac{3}{4}$
	soir 1 $\frac{1}{2}$	— 3		soir 9	— 2 $\frac{1}{4}$
	soir 9	— 7 $\frac{1}{4}$	24	mat. 7 $\frac{1}{2}$	— 6 $\frac{3}{4}$
16	mat. 7 $\frac{1}{2}$	— 6		soir 1 $\frac{1}{2}$	— 2
	soir 1 $\frac{1}{2}$	— 1 $\frac{1}{2}$		soir 9	— 5 $\frac{1}{2}$
	soir 9	— 5 $\frac{3}{4}$	25	mat. 7 $\frac{1}{2}$	— 9
17	mat. 7 $\frac{1}{2}$	— 9		soir 1 $\frac{1}{2}$	— 5
	soir 1 $\frac{1}{2}$	— 6		soir 9 $\frac{1}{4}$	— 8 $\frac{1}{4}$
	soir 9	— 9 $\frac{1}{2}$	26	mat. 7 $\frac{1}{2}$	— 9 $\frac{1}{4}$
18	mat. 7 $\frac{1}{2}$	— 5 $\frac{3}{4}$		soir 1 $\frac{1}{2}$	— 5 $\frac{3}{4}$
	soir 1 $\frac{1}{2}$	— 0 $\frac{1}{2}$		soir 8 $\frac{1}{4}$	— 9
	soir 9	— 4 $\frac{3}{8}$	27	mat. 7 $\frac{1}{2}$	— 13 $\frac{1}{4}$
19	mat. 7 $\frac{1}{2}$	— 5 $\frac{1}{4}$		soir 1 $\frac{1}{2}$	— 9 $\frac{1}{2}$
	soir 1 $\frac{1}{2}$	— 4 $\frac{1}{4}$		soir 9	— 12 $\frac{1}{2}$
	soir 8 $\frac{1}{4}$	— 8 $\frac{1}{4}$	28	mat. 7 $\frac{1}{2}$	— 15 $\frac{1}{8}$
20	mat. 7 $\frac{1}{2}$	— 12 $\frac{1}{4}$		soir 1 $\frac{1}{2}$	— 9
	soir 1 $\frac{1}{4}$	— 5		soir 9	— 12 $\frac{1}{2}$
	soir 9 $\frac{1}{2}$	— 10	29	mat. 7 $\frac{1}{2}$	— 15
21	mat. 7 $\frac{1}{2}$	— 10 $\frac{1}{4}$		soir 1 $\frac{1}{2}$	— 8 $\frac{1}{4}$
	soir 1 $\frac{1}{2}$	— 3 $\frac{3}{4}$		soir 8 $\frac{1}{4}$	— 10 $\frac{3}{4}$
	soir 9	— 8 $\frac{1}{4}$	30	mat. 7 $\frac{1}{2}$	— 12 $\frac{1}{4}$
22	mat. 7 $\frac{1}{2}$	— 9 $\frac{1}{4}$		soir 1 $\frac{1}{2}$	— 6 $\frac{1}{4}$
	soir 1 $\frac{1}{2}$	— 2		soir 9 $\frac{1}{4}$	— 10 $\frac{1}{4}$
	soir 9	— 2 $\frac{1}{2}$	31	mat. 7 $\frac{1}{2}$	— 11 $\frac{1}{4}$

À FEUILLENCOURT près de Saint-Germain-en-Laye.

Lettre de M. Trochereau de la Berlière, de l'Académie de Rouen, datée de Feuilencourt, le 14 Février, à l'auteur



de la Gazette (7), « Je vous envoie les observations météorologiques que j'ai faites, avec soin, sur deux thermomètres « de Reaumur, à l'esprit-de-vin, exposés au plein nord de ma « maison, & placés à côté l'un de l'autre : j'observai que de ces « deux thermomètres, placés à côté l'un de l'autre, l'un fut « constamment à peu-près d'un degré moins sensible que celui « dont les observations vont être rapportées. Le dégât que le « froid excessif a occasionné, ne peut pas encore être apprécié : « les *abricotiers*, les *pêchers* paroissent avoir beaucoup souffert, « quoique j'eusse pris la précaution de les abriter avec des « rames. Les *alaternes*, *phillirea*, quelques *pins* même, entr'autres, « le *pinus fativa*, les *ifs*, *ilex*, *piracantha*, les *lierres* même « ont leurs feuilles endommagées & flétries. J'ai remarqué « dans la forêt de Saint Germain, que les *houx*, les *genets* « ont prodigieusement souffert. »

---

(7) Gazette d'Agriculture, n.º 19,

96 MÉMOIRES DE L'ACADÉMIE ROYALE  
TABLE des Observations.

1776.	HEURES du JOUR.	THERMO- MÈTRE.	1776.	HEURES du JOUR.	THERMO- MÈTRE.
	Heur.	Deg.		Heur.	Deg.
Janv. 20	mat. 6	— 16	Janv. 26	foir 10	— 13 $\frac{1}{2}$
	mat. 9	— 15 $\frac{1}{2}$	27	mat. 7	— 15 $\frac{1}{2}$
	foir 9	— 12		mat. 9	— 13 $\frac{1}{4}$
21	mat. 6 $\frac{1}{2}$	— 12		midi	— 11 $\frac{1}{3}$
	mat. 9	— 12		foir 9	— 13 $\frac{1}{2}$
	foir 10	— 14	28	mat. 6 $\frac{1}{2}$	— 15 $\frac{3}{4}$
22	mat. 7	— 15		midi	— 12 $\frac{1}{2}$
	mat. 9	— 11		foir 9	— 15 $\frac{1}{2}$
	midi	— 6	29	mat. 6	— 18 $\frac{1}{2}$
	foir 9	— 4		midi	— 12
23	mat. 7	— 5		foir 9	— 16
	midi	— 4	30	mat. 6 $\frac{1}{2}$	— 17 $\frac{1}{2}$
	foir 10	— 5		mat. 9	— 16
24	mat. 6	— 8		midi	— 16 $\frac{1}{2}$
	mat. 9	— 7 $\frac{1}{2}$		foir 9	— 15 $\frac{1}{2}$
	foir 10	— 7	31	mat. 6 $\frac{1}{2}$	— 19
25	mat. 6	— 15		mat. 9	— 16 $\frac{1}{2}$
	mat. 9	— 11 $\frac{1}{2}$		foir 9	— 16 $\frac{1}{2}$
	midi	— 7 $\frac{1}{2}$	Fév. 1	mat. 6	— 19 $\frac{1}{2}$
	foir 10	— 14		mat. 9	— 17
26	mat. 7	— 16		midi	— 9 $\frac{1}{2}$
	mat. 9	— 15 $\frac{3}{4}$		foir 9	— 9
	midi	— 9	2	mat. 6	— 7

À DENAINVILLIERS en Gâtinois.

Le 29 Janvier, à sept heures du matin, le thermomètre descendit à 14 degrés au-dessous de la congélation; le 30 & le 31, à 13 degrés  $\frac{1}{2}$  (a).

(a) Communiquée à l'Académie par M. du Hamel, le 7 Février 1776.  
À NANCY.

## À NANCY.

Dans une Lettre de Nancy, en date du 5 Février, M. Maillette, Professeur royal de Géographie en l'Université de cette ville, me manda, « Je vous envoie des observations que j'ai faites à Nancy, sur le froid excessif qui s'est fait sentir, en cette ville, ces jours derniers; il a commencé le 15 Janvier, & a duré jusqu'au 2 Février; je l'ai observé à un thermomètre au mercure de M. de Reaumur, qui est très-sensible, & que j'ai divisé: chaque degré a deux lignes d'étendue que j'ai subdivisées en quatre parties; par-là, je vois aisément un douzième de degré: les observations furent faites à peu-près au lever du Soleil: depuis le 15 Janvier jusqu'au 24, le vent fut Nord & assez calme, le ciel peu couvert. Depuis le 24 jusqu'au 1.<sup>er</sup> Février, il régna un grand vent de Nord-est qui étoit très-piquant. Les 27, 28 & 29, le ciel étoit serein, sans nuages pendant tout ce temps. »

TABLE des Observations faites à NANCY.

1776.	BARO-MÈTRE.		THERMO-MÈTRE.	1776.	BARO-MÈTRE.		THERMO-MÈTRE.
	P.	L.			P.	L.	
Janv. 15	26.	11,0	— 4,4	Janv. 25	27.	2,4	— 8,6
16	27.	0,4	— 9,2	26	27.	1,4	— 9,6
17	27.	0,5	— 7,3	27	27.	1,0	— 15,4
18	27.	1,3	— 3,6	28	27.	2,2	— 16,3
19	27.	2,8	— 8,6	29	27.	3,3	— 17,0
20	27.	1,3	— 11,7	30	27.	4,0	— 14,6
21	27.	1,1	— 11,7	31	27.	5,9	— 13,6
22	26.	11,9	— 13,1	Février 1	27.	6,6	— 17,9
23	26.	10,7	— 9,2	2	27.	4,6	— 8,0
24	27.	1,0	— 4,1				

« A Nancy (b), le 29 Janvier, au lever du Soleil, un

(b) Gazette de France, 1776, n.<sup>o</sup> 15.

Mém. 1776.

N

» thermomètre au mercure, descendit à 17 degrés au-dessous de la congélation, & le 1.<sup>er</sup> Février, à 17 degrés  $\frac{3}{4}$ . »

À D I J O N.

*Extrait d'une Lettre de Dijon, du 6 Février 1776.* « Nous  
» avons éprouvé ici, comme à Paris, des froids très-vifs. Le  
» jour le plus froid a été le 31 Janvier : le temps où le thermo-  
» mètre est descendu au plus bas, a été le matin du 1.<sup>er</sup> Février;  
» j'avois alors trois thermomètres en expérience; un, dans le  
» fond d'un jardin, suspendu à de la charmille dont l'exposi-  
» tion étoit Nord-est; un autre, dans un endroit au Nord, qui  
» étoit d'une température semblable à celle où j'observe depuis  
» quatorze ans, & qui est le montant d'une fenêtre qui a son  
» aspect sur une cour, & où le Soleil ne donne jamais; le  
» troisième, étoit placé aussi en dehors à une fenêtre dont  
» l'aspect étoit au Sud-est; dans ce dernier, le mercure n'est  
» descendu qu'à 14 degrés au-dessous de zéro; dans celui de  
» la cour, à 15 degrés; & dans celui du jardin, à 16 degrés.  
» Le 11 Janvier 1767, j'observai 14 degrés au-dessous  
» de zéro.

Les 5 & 6 Janvier 1768, 13 degrés  $\frac{1}{2}$ . »

À T R O Y E en Champagne.

« Le 31 Janvier (c), dans deux endroits différens de la ville, le thermomètre descendit à 16 degrés  $\frac{1}{4}$  & à 17  $\frac{1}{2}$ . »

À S T R A S B O U R G.

Dans le Journal de Physique, Juin 1776, page 478, M. le Baron de Dietrich, Correspondant de l'Académie, s'exprime ainsi: « Mes thermomètres sont au mercure, avec  
» l'échelle de M. de Reaumur, je réunis plusieurs de mes ther-  
» momètres que je trouvai parfaitement d'accord; je les séparai  
» & les plaçai tous au Nord, mais en différens endroits; l'un,

---

(c) Gazette de France, 1776, n.<sup>o</sup> 15.

suspendu hors de la croisée d'un premier étage, dans l'inté-  
 rieur d'une cour, marqua, le 29 Janvier, 15 degrés de con-  
 densation; l'autre, exposé dans la même cour, au second étage, «  
 indiqua 15 degrés  $\frac{1}{2}$ ; un troisième thermomètre, placé de «  
 manière que l'activité du vent du Nord n'étoit gênée que par «  
 un seul côté, descendit à 16 degrés  $\frac{1}{2}$ . J'eus beau mettre «  
 mes thermomètres les uns à la place des autres, j'eus toujours «  
 les mêmes différences, relativement à l'exposition. Les ther- «  
 momètres pareils aux miens, & dont la différence de conden- «  
 sation m'avoit engagé à faire l'expérience que je viens de «  
 détailler, indiquèrent, le même jour, 16 degrés  $\frac{1}{2}$  & même «  
 17 degrés de condensation: ceux qui étoient à 16 degrés  $\frac{1}{2}$  «  
 étoient à la vérité exposés au vent du Nord; mais ce vent «  
 n'étoit pas entièrement libre, tandis que les thermomètres, «  
 dont le mercure a descendu jusqu'à 17 degrés, étoient «  
 exposés sur de grandes places où le vent a toute sa force, & «  
 où l'air est agité dans les temps les plus calmes. Le 29 Janvier, «  
 les eaux de l'Ill, rivière qui traverse notre ville, fumoient «  
 très-fort dans les endroits où elle n'étoit pas gelée; ces vapeurs «  
 étoient condensées, au point d'être visibles, sous la forme «  
 de fumée: au moment du dégel, l'humidité contenue dans «  
 l'air, ayant frappé les murs des maisons, les avoit enduits «  
 d'une sorte de gelée blanche qui s'est soutenue près de deux «  
 jours.»

*Extrait d'une Lettre de M. Spielmann, Correspondant de*  
 l'Académie, datée de Strasbourg, le 7 Mars 1776, qui m'a  
 été communiquée par M. Briffon. « Je joins à la fin de  
 celle-ci, les Observations météorologiques que j'ai faites sur «  
 le grand froid de cet hiver, à Strasbourg: plusieurs arbres «  
 se sont fendus du haut en bas; le Rhin fut entièrement pris «  
 par la glace; quelques puits se sont gelés: dans des rivières, «  
 la glace étoit épaisse de 20 pouces; les pêcheurs ont souffert «  
 ainsi que la vigne; la terre étoit bien couverte de neige.»

## TABLE des Observations.

1776.	BARO- MÈTRE.		THERMO- MÈTRE.	VENTS.
	Pouc.	Lign.	Deg.	
Janv. 15	27.	3	— 8	N.
16	27.	5	— 7	
17	.....		— 10	
18	.....		— 6	
19	27.	6	— $8\frac{1}{2}$	S. O.
20	.....		— 12	
21	27.	5	— $10\frac{1}{2}$	
22	27.	4	— 8	
23	27.	3	— 10	N.
24	27.	5	— 8	
25	27.	6	— 11	
26	.....		— $11\frac{1}{2}$	
27	27.	5	— $14\frac{1}{2}$	
28	27.	6	— 15	
29	27.	7	— 16	
30	27.	7	— 13	
Février 1	27.	10	— $14\frac{1}{2}$	S.
2	27.	9	— 11	
3	27.	6	+ 2	

## À COURLON-sur-Yonne.

M. de Champ-Milon, Officier des Gendarmes de la Garde, y observa le froid à un thermomètre de M. de Reaumur, au mercure; ce thermomètre étoit suspendu en plein air, entre cour & jardin, à une grille exposée au Nord. Voici la Table des observations.

1776.	HEURES du JOUR.		BARO- MÈTRE.	THERMO- MÈTRE.
	H.		Pouc. Lign.	Deg.
Janv. 28	matin	7	27. 9	— 15.
29	matin	7	28. 0	— 16
30	matin	7	28. 2	— 14
31	matin	7	28. 2	— 15
Février 1	matin	6	27. 11	— 15 $\frac{1}{2}$
2	matin	7	.....	— 3

## À LYON.

« Les froids que l'on a éprouvés à Lyon (d), dans le  
 mois de Janvier dernier, ont surpassé de beaucoup, en inten-  
 sité, celui de 1709 : la gelée a duré dix-sept jours; elle  
 commença le 16; depuis ce jour jusqu'au 27, le thermo-  
 mètre de Reaumur se maintint entre 6 & 7 degrés de  
 congélation.

Le 29, à 7 heures du matin, il descendit à.... 9 degrés.

Le 30, à minuit, il fut à..... 10.

Le 31, avant 7 heures du matin, à..... 14  $\frac{1}{2}$ .

Et à minuit, à..... 15.

Le 1.<sup>er</sup> Février, à..... 17.

Dans d'autres expositions, à 17  $\frac{1}{4}$ , & même à... 17  $\frac{1}{2}$ .

Un vent de Sud très-froid, décida le dégel le 2 Février au  
 matin. Le Rhône a charié beaucoup de glaçons; sa surface  
 a été presque entièrement prise au-dessous de la ville près de  
 la Mulatière : la Saône l'a été entièrement, excepté entre  
 les deux Ponts, où l'on soupçonne des sources. Les gens de  
 la campagne entendirent, dans les forêts, les arbres éclater  
 avec bruit : le Soleil ne fit point fondre le givre attaché aux

(d) Gazette de France, 1776, n.<sup>o</sup> 18.

„ arbres , & la terre étoit couverte d'un pied de neige. Le dégel,  
 „ avec le vent de Sud , accompagné de petites pluies chaudes ,  
 „ facilita le départ des glaces , sans aucun dommage. »

Le P. Cotte , dans sa Lettre du 21 Février , m'envoya  
 l'observation faite à Lyon , le 1.<sup>er</sup> de Février : plusieurs  
 thermomètres descendirent à 15 degrés , 16  $\frac{1}{2}$  & 17  $\frac{1}{4}$ .

#### AU PONT DE BEAUVOISIN.

*Du Pont de Beauvoisin , le 21 Février (e)* , « Nos thermo-  
 „ mètres sont descendus à 15 degrés , froid de 1709. La  
 „ terre étoit couverte de neige : les pommes de terre & les  
 „ autres racines ont été gelées jusque dans les serres les plus  
 „ chaudes : on compte ici huit puits , au moins , où il y eut  
 „ de la glace. Pendant le froid excessif de la dernière quinzaine  
 „ de Janvier , il parut dans nos champs une prodigieuse quan-  
 „ tité d'alouettes , qui , chassées par la neige , cherchoient des  
 „ abris jusque dans les habitations. »

#### À LA FERTÉ-BERNARD.

*Du Mans , le 27 Février (f)* , « Suivant les observations  
 „ faites avec exactitude à la Ferté-Bernard , la dernière gelée  
 „ a duré vingt-quatre jours , à commencer du 10 Janvier : du  
 „ 11 au 15 , il tomba 6 pouces de neige : dès le 26 , le froid  
 „ fut plus violent qu'en 1740 : le 31 , le thermomètre descendit  
 „ à 15 degrés ; pendant tout ce temps , le thermomètre se  
 „ tint assez bas. La rivière d'*Huine* fut gelée à 8 pouces de  
 „ profondeur ; la terre le fut à 20 pouces , & à 12 seulement  
 „ dans des lieux moins élevés. On trouva dans les campagnes  
 „ de très-gros chênes fendus de bas en haut. »

#### AU HAVRE-DE-GRÂCE.

*Observations faites au Havre (g) avec un thermomètre.*

(e) Gazette d'Agriculture , 1776 , n.<sup>o</sup> 19.

(f) *Idem*.

(g) Journal de Physique , Février 1776.



construit en 1761, selon les principes de M. de Reaumur, & dont la boule étoit totalement isolée.

1776.	HEURES du JOUR.		THERMO- MÈTRE.	
		H.	Deg.	
Janv. 27	soir	7	— 13 $\frac{1}{2}$	
	soir	11	— 13	
	28	minuit	$\frac{1}{2}$	— 14
		matin	4	— 14 $\frac{3}{4}$
	matin	7	— 15	
	soir	7	— 13	
	soir	10	— 12 $\frac{1}{2}$	
	29	matin	6	— 13 $\frac{1}{2}$
		soir	11	— 10 $\frac{1}{2}$
	30	matin	4	— 11 $\frac{3}{4}$
		matin	6	— 11 $\frac{1}{2}$
	31	soir	7	— 10
soir		10	— 11	
matin		6	— 12	
soir		8	— 10	
soir		10 $\frac{1}{2}$	— 10 $\frac{1}{2}$	
Février 1		matin	7	— 11 $\frac{3}{4}$
	soir	10	— 1	

« L'embouchure de la Seine (rapporte l'auteur de ces Observations) que j'ai trouvée vers le Havre, de quatre mille « cinq cents toises de largeur, étoit, le 29 Janvier & jours « suivans, toute couverte de glace, ainsi que toute cette partie de « mer qui est comprise entre la *baie de Caen* & le *cap de la Hève*, « en sorte, que du *Havre*, la mer paroïssoit couverte de glace « jusqu'à l'horizon; toute cette glace étoit rompue par le flux « & reflux. On ne se souvient pas d'avoir jamais vu au *Havre* « un pareil spectacle, qui donnoit à notre mer l'air de la «

„ Baltique. Il a paru un grand nombre d'oiseaux étrangers, si  
 „ excédés de fatigue, que plusieurs se sont laissé prendre à la  
 „ main. on trouva aussi beaucoup de poissons morts sur les  
 rivages. »

*À DOUAI en Flandre.*

M. le Chevalier d'Angos, Officier au régiment de Navarre, de l'Académie de Rouen, m'écrivit de Douai, le 19 Mars, qu'il avoit observé le froid dans cette Ville, au thermomètre au mercure en spirale que je lui avois procuré, exposé directement au vent qui régnoit; il étoit isolé, ce qui fait une grande différence. « Ayant d'abord placé, dit-il, mon thermomètre à une fenêtre, & l'ayant ensuite avancé en plein air, je le vis descendre un demi-degré plus bas dans cette dernière position: l'ayant remis ensuite à la fenêtre, il remonta presque au même point où il étoit d'abord; j'ai répété cette expérience plusieurs fois, & j'ai toujours eu le même résultat. J'ai remarqué tous ces jours-là, que le thermomètre baissoit constamment jusque vers 8 heures  $\frac{1}{4}$ . Les observations sont faites à 8<sup>h</sup> 15' du matin. »

*TABLE des Observations de DOUAI.*

1776.	THERMOM.	1776.	THERMOM.
	Deg.		Deg.
Janv. 20	— 12,5	Janv. 29	— 15,0
25	— 9,8	30	— 13,5
26	— 9,0	31	— 15,0
27	— 15,0	Fév. 1	— 13,5
28	— 16,5	2	— 3,5

*À NIEUPORT.*

Le Père Cotte, me mande dans sa lettre du 26 Février;  
 « Je vous envoie des observations très-intéressantes, faites  
 sur

sur le froid à Nieuport, par Dom Mann, qui m'ont été « envoyées par M. le Baron de Poëderlé, dans la lettre du 20 « Février.

Les thermomètres de Dom Mann, Prieur des Chartreux « Anglois, font au mercure ; il en a quatre de Reaumur, & « quatre de Fahrenheit, depuis 10 jusqu'à 20 pouces de lon- « gueur, dont l'exactitude est constatée.

Le grand froid commença à Nieuport, dans la nuit du « 8 au 9 Janvier, & finit le 2 Février. Dès le 11, la neige « tomba, & ne cessa que le 16. Le 19, la gelée fut forte sans « vent, & le temps beau ; à 2 heures du soir, le thermomètre « marquoit 5 degrés  $\frac{1}{2}$  de condensation, le baromètre 28 pouc. « 2 lignes  $\frac{1}{4}$ , le vent à l'Est. Le 20 même temps ; à 2 heures « & demie du soir le thermomètre marquoit 5 degrés  $\frac{1}{4}$  de « condensation, le baromètre 28 pouces 0 ligne  $\frac{3}{4}$ , & le vent « Ouest. »

TABLE des plus grands Froids.

1776.	HEURES du JOUR.	BARO- MÈTRE.	THERM.	VENTS.	É T A T D U C I E L.
	Heur.	pouc. lig.	Deg.		
Janv. 25	mat. 7 $\frac{1}{2}$	28. 2,9	— 9	N. E.	très beau, très-froid, vent très-piquant.
26	mat. 8	28. 2,3	— 10	N. E.	même temps.
27	mat. 8	.....	— 13 $\frac{1}{2}$	N. E.	<i>idem.</i> le vent fort, excessif & piquant.
	soir 3 $\frac{1}{2}$	.....	— 11 $\frac{1}{2}$		
28	mat. 7 $\frac{1}{2}$	28. 4,3	— 14 $\frac{3}{4}$	N. E.	beau, extraordinair. froid & piquant.
	mat. 9	.....	— 12 $\frac{1}{2}$		
29	mat. 6 $\frac{1}{2}$	28. 3,9	— 13 $\frac{1}{2}$	N. E.	beau, vent moins piquant.
	soir 5	.....	— 8		
30	mat. 7	28. 5,0	— 12 $\frac{1}{4}$	E.	beau, vent encore moins piquant.
31	mat. 7 $\frac{3}{4}$	28. 6,0	— 11 $\frac{1}{2}$	S. E.	<i>idem.</i> vent plus doux.
Fév. 1	mat. 7	28. 4,0	— 13 $\frac{1}{2}$	S. E.	couvert, vent très-froid & piquant.
	soir 5	.....	— 7		

« Il est à remarquer que la gelée devoit être moins forte au niveau de la mer ; cependant dans la nuit du 27 au 28, « Dom Mann trouva quatre fortes de vins gelés, l'eau-de-«

Mém. 1776.

O

» *vie & le taffia* étoient même gelés ferme, il y avoit des glaçons  
 » dans l'esprit-de-vin rectifié de Londres; l'eau de la mer a  
 » gelé, en ayant mis dans un vase, lorsque le thermomètre  
 » étoit à 6 degrés de condensation; ce qui resta de cette eau  
 » ne fut gelé que lorsque le thermomètre descendit à 10  
 » degrés; & ce qui resta encore de cette eau dans le vase, ne  
 » gela que lorsque le thermomètre fut à 14 degrés; le 29, le  
 » taffia & l'eau-de-vie n'étoient plus si fortement gelés que le 28.

» Le 1.<sup>er</sup> Février, Dom Mann se rendit à la côte pour y  
 » examiner les monceaux de glace d'eau salée ( le thermo-  
 » mètre y restoit à 7 degrés de condensation à 4 heures du  
 » soir ); il trouva de la glace de mer tout le long de la côte  
 » depuis 6 jusqu'à 8 pieds anglois d'épaisseur, & très-salée; à  
 » une demi-lieue de la côte, il y avoit un autre rang de glace,  
 » & à la distance de 2, 3 & 4 lieues de la côte, flottoient  
 » de très-grandes masses de glace. D. Mann vit nombre  
 » d'oiseaux du cercle polaire, comme *herons* de la baie d'Hudson,  
 » *Cygnés* & *Strund-jagers* ou *chasse-merde*, espèce de *moritte*  
 » qui se trouve sur les côtes du Spitzberg (*h*). » Il est à  
 » présumer que ces masses de glace étoient formées de plu-  
 » sieurs glaçons réunis les uns sur les autres.

#### AU CHÂTEAU D'HARGICOURT en Picardie.

Par une Lettre de M. le Marquis d'Hargicourt, datée de  
 son château, le 9 Février, il me manda : « J'ai depuis  
 » long-temps un thermomètre de Capi en observation : au  
 » moment où le dernier froid devint très-vif, j'en mis un  
 » second, ils étoient exposés au Nord, à l'ouverture d'une vallée  
 » assez large & assez longue : ici, les puits ont gelé, comme  
 » à Gratibust, à Pierre-Pont & à la Neuville, villages situés  
 » dans la vallée du Don; celui de la Neuville, qui est le plus  
 » élevé sur le penchant de la côte orientale de la rivière du

---

(*h*) Depuis la lecture de ce Mémoire, D. Mann a publié ses Observations.  
 Voyez *Mémoires de l'Académie de Bruxelles*, tome 1, pages 305 & 551.

Don, ne fut pas gelé en 1740 ni en 1768, comme il l'a «  
été cette année. »

Les observations de la Table suivante furent faites à «  
7 heures du matin. »

1776.	Therm.
	Deg.
Janvier 25	— 17
26	— 14
27	— 16 $\frac{1}{2}$
28	— 17 $\frac{1}{2}$
29	— 19 $\frac{1}{2}$
30	— 18
31	— 19 $\frac{1}{2}$
Février. 1	— 20

« Au château de Files-Camp, à un quart de lieue d'Har-  
gicourt, dans une plaine, je plaçai avantageusement un ther- «  
momètre de Capi; le 31 Janvier, il descendit à 19 degrés, «  
& le 1.<sup>er</sup> Février, à 20. L'Intendant de M. Pellerin, au village «  
de Plainville, situé dans la plaine entre Saint-Just, Mont- «  
didier & Breteuil, observa le froid à deux thermomètres, «  
à 20 degrés, le 29 Janvier matin. »

Ayant fait quelques objections à M. le Marquis d'Har-  
gicourt, sur le froid qu'il avoit observé; il m'écrivit, le  
26 Février, « Je vous envoie le thermomètre qui m'a servi  
à connoître le froid de cette année, pour le soumettre aux «  
expériences que vous desirez: la liqueur du tube rentra «  
entièrement dans la boule, où il y avoit même un vide «  
assez sensible, j'estimai le froid à 20 degrés. »

J'ai rendu compte, dans ce Mémoire, de ce thermomètre  
& des expériences qui ont été faites chez M. Baumé, le  
27 Avril, en mettant ce thermomètre avec les miens, à la

glace fondante , à un froid artificiel qui donnoit le degré de cette année , observé à mon thermomètre *n.º II*, de 16 degrés  $\frac{1}{4}$ .

### À MONTDIDIER.

Par une Lettre de Montdidier , datée du 11 Février , on me marquoit : « Il a commencé à geler ici , le 8 de » Janvier ; le froid est allé en augmentant : les 11 , 12 & » 13 , il tomba une grande quantité de neige , que je mesurai , » & j'en trouvai 18 pouces dans les moindres endroits. Le » froid augmenta : les 14 , 15 , 16 & 17 , à près de 8 heures » du matin , mon thermomètre marquoit 15 degrés  $\frac{1}{2}$  au-dessous » de zéro : le 20 , il fut à 17 , & ne varia que très-peu » jusqu'au 29 : le 29 , à 7 heures  $\frac{1}{2}$  du matin , il étoit au » 18.<sup>me</sup> degré ; le lendemain à 17 , ainsi que le 1.<sup>er</sup> de » Février. Ce même jour , sur les 10 heures , le ciel se couvrit ; » il tomba un peu de neige ; le vent tourna au Sud & nous » amena le dégel. Le thermomètre qui m'a servi , étoit connu » de M. l'abbé Nollet , qui l'avoit comparé aux siens ; il étoit » exposé dans une cour , en face du Nord. Un Avocat d'ici , » qui en a un , n'a observé que 17 degrés  $\frac{1}{2}$  ; mais la boule » du thermomètre , qui est à l'esprit-de-vin , étoit couverte » d'une planche jusqu'à la hauteur de 3 pouces. Le froid étoit » si grand , que le vin du Languedoc se geloit dans les bou- » teilles , étant dans une chambre à feu ; l'eau-de-vie étant » exposée à l'air , il s'y formoit une crème de glace à la super- » ficie. » C'est d'après cette Lettre , que j'ai rapporté , à l'article des Effets du froid , la mort du Courier de Picardie , qu'on trouva gelé dans sa cariole.

« A Montdidier en Picardie (*i*) , le 29 , à 7 heures  $\frac{1}{2}$  du » matin , plusieurs thermomètres , à l'esprit-de-vin , descendi- » rent à 17 degrés  $\frac{1}{2}$  & à 18 : la terre étoit alors couverte de » 18 pouces de neige. »

---

(i) Gazette de France , 1776 , *n.º* 15.

## À AMIENS.

D'Amiens, le 27 Février (k), « Suivant les Observations météorologiques, faites dans cette ville : le froid y a été « exactement le même qu'à Paris (16 degrés  $\frac{1}{4}$ .) »

## À CHÉPI près d'Abbeville.

*Extrait d'une Lettre de M. le Marquis de Chépi*, datée de son château de Chépi, à deux lieues d'Abbeville, le 3 Février : « Les observations du froid, que j'ai faites ici sur le thermomètre de M. de Reaumur, reviennent à peu- « près à celles qu'a faites M. Meffier ; mon thermomètre est « descendu un peu plus bas que le sien, le 28 Janvier matin.»

(J'ai observé à Paris, 16 degrés  $\frac{1}{4}$ .)

## À FONTENAI-LE-COMTE en Poitou.

M. Briffon, de cette Académie, m'a communiqué les observations de la Table suivante, faites à Fontenai-le-Comte en Poitou, à un thermomètre à l'esprit-de-vin qu'il avoit construit.

---

(k) Gazette d'Agriculture, 1776, n.° 19.

1776.	MATIN 7 <sup>h</sup> $\frac{1}{2}$ .	S O I R 1 <sup>h</sup> .	S O I R 10 <sup>h</sup> .	ÉTAT DU CIEL.
	Deg.	Deg.	Deg.	
Janv. 15	— 5	— 4	— 6	couvert pendant la journée, vent l'après-midi.
16	— 7 $\frac{1}{2}$	— 6	— 7	couvert pendant la journée, vent le matin.
17	— 8	— 6 $\frac{1}{2}$	— 8	neige le matin; couvert le reste du jour.
18	— 9 $\frac{1}{4}$	— 5	— 9	couvert la matinée, ferein le soir à 10 heur.
19	— 10	— 6 $\frac{1}{2}$	— 9 $\frac{1}{2}$	brouillard la matinée, ferein le soir à 10 heur.
20	— 9 $\frac{3}{8}$	— 6	— 8	brouillard toute la journée.
21	— 8 $\frac{1}{2}$	— 6	— 6	brouillard la matinée, couvert le soir.
22	— 5	— 3	— 4	pluie le matin, & couvert l'après-midi.
23	— 3 $\frac{1}{2}$	— 1	— 5	brouillard le matin, & couvert l'après-midi.
24	— 7	— 3 $\frac{1}{2}$	— 6	ferein; couvert vers les 10 heures du soir & du vent.
25	— 8	— 6	— 8	ferein, toute la journée, du vent.
26	— 7 $\frac{1}{2}$	— 6 $\frac{1}{2}$	— 9	nuages le matin; ferein l'après-midi.
27	— 10 $\frac{1}{2}$	— 7	— 9	couvert toute la journée avec du vent.
28	— 10 $\frac{1}{2}$	— 7 $\frac{1}{2}$	— 11 $\frac{1}{2}$	neige le matin & le soir.
29	— 11	— 8	— 11	neige le matin, & couvert l'après-midi.
30	— 12 $\frac{1}{2}$	— 8 $\frac{1}{2}$	— 9	couvert le matin, nuages l'après-midi.
31	— 12	— 6	— 9	ferein le matin; nuages à 1 heure; ferein à 10 heures du soir.

À BOULOGNE-sur-mer.

Par une Lettre de Boulogne, le 6 Février, M. Homy, Employé aux Ponts & Chaussées, me manda: « J'ai observé » à Boulogne, à deux thermomètres, construits sur les principes de M. de Reaumur, les froids suivans: »

1776.	THERM.
	Deg.
Janvier 27	— 11
28	— 13
29	— 10 $\frac{3}{4}$



## À MARSEILLE.

M. de Saint-Jacques y observa le froid du commencement de cette année 1776 : le thermomètre étoit placé à l'Observatoire, élevé de 24 toises au-dessus du niveau de la mer. M. Piston observa le froid hors l'enceinte de la ville, près les Réformés : son thermomètre donna 4 degrés au-dessous de zéro.

1776.	HEURES du JOUR.		THERM.	
	Heur.		Deg.	
Janvier 13	mat.	9 $\frac{1}{2}$	—	0 $\frac{1}{2}$
17	foir	9 $\frac{1}{2}$	—	0 $\frac{1}{2}$
18	mat.	8	—	1
	foir	10	—	1 $\frac{1}{2}$
25	foir	9 $\frac{1}{2}$	—	0 $\frac{1}{3}$

*Nota.* M. de Saint-Jacques m'a dit, que ces observations n'avoient pas été faites au moment du plus grand froid.

## À BREST.

*Extrait d'une Lettre de M. Blondeau, datée de Brest, le 6 Décembre 1776.* « Un thermomètre de Reaumur, à l'esprit-de-vin, fait par Magny, & exposé en dehors d'une « fenêtre, au second étage & au Nord-est, a marqué le plus « grand froid le 27 Janvier, à 7 heures du matin, 4 degrés « au-dessous de zéro : le baromètre étoit à 27 pouces 7,6 lignes : « le vent Sud-est médiocre. »

Le 29, à 8 heures du matin, 4 degrés au-dessous de « zéro : le baromètre à 27 pouces 8,7 lignes, temps calme. « Il est à remarquer que le vent de Sud-est, qui, en hiver, « annonce ici toujours de la neige fondue ou en nature, y « est aussi toujours le vent du froid. »

## À A I X en Provence.

*Extrait d'une Lettre du P. Cotte à M. Tillet, du 23 Février.*

« Je viens de recevoir des Lettres de Bordeaux & d'Aix en  
 » Provence; il paroît par ces Lettres, que la température du  
 » mois de Janvier a été bien différente de celle que nous  
 » avons éprouvée ici. Voici ce que M. Morin, Professeur de  
 » Physique à Aix, me mande: Il s'en faut de beaucoup que  
 » nous éprouvions ici le froid rigoureux qui règne à Paris; le  
 » plus grand degré de froid n'a été que de 5 degrés au-dessous  
 » de zéro, le 18 Janvier: il est tombé de la neige, les 16 &  
 » 17, qui se fondoit en tombant, aussi-bien que le 29 & le  
 » 30. Le 7 & le 23, nous eumes des pluies d'orage mêlées  
 » de grêle, & le tonnerre se fit entendre. »

## À B O R D E A U X.

M. Guyot me mande de Bordeaux: « Ce qu'il y a de  
 » singulier, c'est la douceur de la température dont nous  
 » jouissons, tandis qu'on éprouve des froids rigoureux, non-  
 » seulement dans vos cantons, mais jusque dans la Saintonge  
 » & à l'embouchure de la Garonne, où la gelée étoit très-  
 » forte à la fin de Janvier. Quant à nous, nous n'avons eu  
 » le thermomètre au-dessous du terme de la congélation, que  
 » les 16, 17, 18, 19 & 25 au matin; le plus grand degré de  
 » condensation a été de 5 degrés le 19 Janvier; nous eumes  
 » près de 4 pouces de neige le 17, il n'en restoit plus le 23;  
 » alors les vents furent fort variables, le thermomètre étant  
 » ordinairement entre midi & 3 heures du soir à 4, 6, 8 &  
 » même jusqu'à 10 degrés au-dessus de zéro. Il paroît qu'il y  
 » a eu comme une ligne de démarcation, formant les limites  
 » du froid & du chaud.

« La neige tombée le 17 dans mon nétomètre, formoit une  
 » épaisseur de 3 pouces 9 lignes; je la fis fondre sur le champ,  
 » elle ne donna que 2 pouces 4 lignes d'eau. Je présentai  
 » à la neige qui tomba ici le 17, un gros tube de cristal  
 » d'Angleterre, électrisé par le frottement; les fleurs furent  
 » constamment

constamment repoussés avant que d'atteindre la surface du « tube. »

*TEMPÉRATURE qui a succédé aux grands Froids.*

LE P. Cotte me manda : « La température que nous avons eue depuis les grands froids n'est pas moins singulière par les « vents & les pluies continuelles, que celle du mois de Janvier « l'a été par le froid; depuis le 1.<sup>er</sup> Février jusqu'au 16 Mars, « dernier jour de pluie, j'ai mesuré soixante-une lignes d'eau; « tandis qu'année commune il ne devrait y en avoir par mois « que 13 lignes  $\frac{1}{2}$ : il y a eu vingt-trois jours de pluie en « Février & neuf en Mars, le vent Sud-ouest a presque toujours « régné & avec violence pendant le mois de Février ».

*Observations du Froid dans une partie de l'Europe.*

*À B R U X E L L E S.*

LE P. Cotte, dans sa lettre du 12 Février, m'envoya les observations suivantes. « Voici les observations du froid, faites à Bruxelles dans la partie basse de la Ville, par M. le Baron « de Poëderlé, à un thermomètre à esprit-de-vin; & dans la « partie haute au Nord, à un air bien libre, par un de ses « amis, avec un thermomètre à mercure. »

Dès le 9 Janvier, le froid se décida & les vents se fixèrent « au Nord-est ou Est-nord-est, il neigea beaucoup; le 12 & « le 13, la neige fut des plus abondantes, le vent violent & « variable du Nord-est à l'Est. »

1776.	HEURES du JOUR.	BARO- MÈTRE.	VILLE basse.	VILLE haute.	VENTS.	ÉTAT DU CIEL.
	Heur.	Pouc. Lig.	Deg.	Deg.		
Janv. 19	mat. 8	28. 0	— 10 $\frac{1}{4}$	— 12 $\frac{1}{2}$	S. E.	ciel serein.
20	mat. 8	27. 9 $\frac{1}{4}$	— 11 $\frac{1}{4}$	— 12	S. S. E.	brouillard.
26	mat. 8	27. 11	— 10 $\frac{1}{4}$	— 12	N.	} ciel serein;
27	mat. 7 $\frac{1}{4}$	27. 10 $\frac{3}{4}$	— 14 $\frac{1}{2}$	— 16	N.	
28	mat. 7 $\frac{1}{2}$	28. 0 $\frac{1}{4}$	— 16	— 17	E.	
29	mat. 7 $\frac{1}{2}$	28. 0	— 14 $\frac{1}{4}$	— 16	E.	
30 & 31	.....	.....	— 13	— 13	.....	
Févr. 1	.....	.....	— 11 $\frac{1}{2}$	— 11	.....	}
2	.....	.....	.....	— 0 $\frac{1}{4}$	.....	

M. l'abbé Chevalier, Correspondant de l'Académie, observa le froid, à Bruxelles, de 5 degrés au-dessous de zéro, au thermomètre de Fahrenheit, qui répond à 16 degrés  $\frac{1}{3}$  du thermomètre de M. de Reaumur.

*A Bruxelles (1), le 28 Janvier,* « Un thermomètre à l'esprit-de-vin, placé dans la partie basse de la ville, descendit à 16 degrés, & un autre au mercure, placé dans la partie haute, exposé au Nord, descendit à 17.

*À LOUVAIN, À TOURNAY & près de Tournay.*

Le P. Cotte, dans la Lettre du 21 Février, me manda : « M. le Baron de Poëderlé m'a encore envoyé les observations suivantes sur le froid, faites à Louvain, à Tournay & à une lieue de cette dernière ville, à la campagne. »

(1) Gazette de France, 1776, n.° 15.

1776.	LOUVAIN.	TOURNAY	PRÈS de TOURNAY.
	Deg.	Deg.	Deg.
Janvier 19.	— 10 $\frac{1}{2}$	— 8 $\frac{1}{2}$	— 10 $\frac{1}{2}$ .
20	— 13	— 11 $\frac{1}{2}$	— 15 $\frac{1}{2}$
25	— 12 $\frac{1}{2}$	— 9	— 14 $\frac{1}{2}$
26	— 9 $\frac{1}{2}$	— 10 $\frac{1}{2}$	— 10 $\frac{1}{2}$
27	— 15	— 13 $\frac{1}{2}$	— 14 $\frac{1}{2}$
28	— 16 *	— 15	— 15 $\frac{1}{2}$
29	— 11 $\frac{1}{2}$	— 13	— 12
30	— 10	— 12 $\frac{1}{2}$	— 16

## À LA HAYE.

« De la Haye, le 26 Janvier (m). Les Courriers retenus par les neiges & les glaces, ont enfin apporté le 23 de ce mois, des lettres d'Angleterre qu'on attendoit ici depuis le 2. Le thermomètre de Farhenheit (divisé jusqu'à l'eau bouillante en 212 degrés, dont les 32 premiers sont comptés au-dessous de zéro du thermomètre de Réaumur), exposé à l'air & observé avec soin après la gelée qui commença ici dès le 3, marquoit les degrés de froid rapportés dans la Table qui suit. »

---

\* Ce froid de 16 degrés, à Louvain, est rapporté au 1.<sup>er</sup> Février, Mémoires de l'Académie de Bruxelles, vol. 1, page 553.  
(m) Gazette de France, 1776, n.<sup>os</sup> 12 & 13.

1776.	HEURES du JOUR.	THERM. de FARHENHEIT.	THERM. de REAU MUR.
	H.	Deg.	Deg.
Janv. 17	soir.	28	— 1 $\frac{1}{4}$
18	matin.	20 $\frac{1}{2}$	— 5
18	soir.	14	— 8
19	soir.	7	— 11
20	matin.	3 $\frac{1}{2}$	— 12 $\frac{2}{3}$
20	soir.	10	— 9 $\frac{2}{3}$
21	matin.	24	— 3 $\frac{1}{2}$
23	.....	23 $\frac{1}{2}$	— 3 $\frac{1}{2}$
24	.....	24 $\frac{1}{2}$	— 3 $\frac{1}{2}$
25	matin	13 $\frac{1}{2}$	— 8 $\frac{1}{6}$
25	soir.	14	— 8
26	matin.	9	— 10 $\frac{1}{6}$
26	soir.	10	— 9 $\frac{2}{3}$
27	matin 7	— 2 $\frac{1}{2}$	— 15 $\frac{1}{4}$
27	matin 7 $\frac{1}{2}$	— 3	— 15 $\frac{1}{2}$
27	mat. 10 $\frac{1}{2}$	— 0	— 14 $\frac{1}{6}$
28	.....	— 2	— 15 $\frac{1}{6}$
29	.....	9	— 10 $\frac{1}{6}$
30	matin	10	— 9 $\frac{2}{3}$
31	matin	6	— 11 $\frac{1}{2}$

Les observations de cette Table sont faites au thermomètre de Farhenheit; je les ai réduites dans la colonne voisine, au thermomètre de M. de Reaumur.

« Les 14, 15, 16 & 21, il tomba une neige étoilée,  
 » de grandeur & de figures différentes; ce météore annonce  
 » ordinairement un froid rigoureux, suivant les observations  
 » du célèbre *Muffchenbroëck*; cette observation du froid prouve  
 » qu'il n'y a point eu, dans cette partie de la Hollande,  
 » d'exemple d'un froid aussi rigoureux depuis qu'on fait usage

de thermomètres exacts (n). Le baromètre s'est maintenu « constamment à 28 pouces  $\frac{4}{5}$ . »

« De la Haye, le 9 Février (o) : le *Texel* a été tellement rempli de glaces, que l'*Ile* ne pouvoit plus communiquer « avec le *Helder* en *Hollande*. D'aussi loin qu'on pouvoit « observer la mer du Nord du haut des *Dunes*, elle ne pré- « sentoît à la vue qu'une surface gelée; la plupart des anes ou « bras de mer qui coupent le Pays, tels que ceux entre *Enk- « huyzen* dans la *Hollande*, & *Staveren* en *Frise*, ont éprouvé « le même effet du froid; & les rivages de *Zélande* ont été « inaccessibles aux Vaisseaux; le passage du *Moërdyk*, fréquenté « comme celui de *Calais*, a été très-dangereux pendant quel- « ques jours, parce que les glaces qu'on brisoit se reprenoient « si subitement autour des bateaux, qu'ils risquoient d'y être « enfermés. »

De la Haye, le 23 Février (p) : « La glace de la Meuse, mesurée, avoit 11 pouces d'épaisseur. »

De la Haye, le 29 Mars (q) : « Il n'y a guère plus de quinze jours que le *Sund* étoit encore rempli de glaçons, « apportés de la mer Baltique dans ce détroit par les vents & « le courant. »

### À A M S T E R D A M.

À Amsterdam (r), « Le thermomètre de Fahrenheit mar-  
quoit, le 27 Janvier, 2 degrés au-dessous de zéro (ou « 15 degrés  $\frac{1}{6}$  de l'échelle de Reaumur) : le 28, 4 degrés, « (ou 15 degrés  $\frac{5}{6}$  de Reaumur.) »

(n) Il est cependant rapporté dans les Mémoires de l'Académie, année 1740, page 563, que le 11 Janvier 1740, à Leyde, le thermomètre y descendit à 16 degrés  $\frac{1}{2}$  au-dessous de la congélation : la glace avoit 26 pouces d'épaisseur.

(o) Gazette de France, 1776, n.° 16.

(p) Ibidem, n.° 19.

(q) Ibidem, n.° 21.

(r) Gazette d'Utrecht, 1776, n.° 10.

## À ROTTERDAM. (f)

« Le thermomètre de Farhenheit descendit à 4 degrés au-dessous de zéro (qui répondent à 15 degrés  $\frac{5}{6}$  de l'échelle de M. de Reaumur); & le 29 au matin, il étoit à 5 degrés (ou 16 degrés  $\frac{1}{3}$  de M. de Reaumur.) »

À NORTHAMPTON, à 18 lieues Nord-ouest de Londres. \*

Par M. Fothergill, Médecin. « La grande quantité de neige, qui n'avoit cessé de tomber presque tous les jours, depuis trois semaines, avoit rendu, depuis cinq ou six jours, les chemins impraticables : la poste au-dessus & au-dessous de cette ville étoit arrêtée : la neige avoit 6 à 7 pieds de hauteur sur les chemins.

« Le froid devint tout-à-coup très-vif dans la matinée du 27 (Janvier), le vent Est, & il tomboit de la neige : le baromètre se soutenoit à 29 pouces  $\frac{3}{4}$  : le thermomètre de Farhenheit, suspendu dans ma salle de compagnie, où il y avoit bon feu, ne marquoit que 33 degrés, un degré au-dessus de 32; à 5 heures du soir, il marquoit 16 degrés (ou 7 degrés de Reaumur); durant ce froid, les œufs qui étoient dans les corbeilles ou paniers des femmes qui tenoient le marché, se fendoient & paroissoient comme coagulés, & avoir la consistance de la cire.

« Le 28, à 8 heures du matin, le baromètre à 30 pouces : le thermomètre à 12 degrés ou 20 au-dessous du point de la glace (ou 8 degrés  $\frac{5}{6}$  de Reaumur) : le vent à l'Est : ciel clair, serein : le froid aigu.

« Le 29, le baromètre à 29 pouces  $\frac{9}{10}$  : le thermomètre à 11 degrés, c'est-à-dire, 21 au-dessous de la glace (ou 9 degrés  $\frac{1}{3}$  de Reaumur) : le vent à l'Est, excessivement froid & piquant.

---

(f) Gazette d'Utrecht, 1776, n.° 10.

\* Transactions philosophiques, vol. LXVI, partie II, art. XL, page, 587.



Le 30 matin, le ciel étoit très-serein, & le froid se faisoit « vivement sentir : le vent étoit Sud-est : le baromètre à 30 « pouces  $\frac{1}{10}$  : le thermomètre descendit à 9 degrés, c'est-à-dire, « à 23 au-dessous de la glace (ou 10 degrés  $\frac{1}{8}$  de Reaumur.) «

Le 31 Janvier & le 1.<sup>er</sup> Février, le baromètre à 29 pouces; « le thermomètre à 16 degrés, c'est-à-dire, 17 au-dessous du « point de la congélation (ou 7 degrés de Reaumur) : ciel « serein & agréable. «

Le 2 Février, le vent au Sud : le baromètre à 29 pouces  $\frac{1}{2}$  : « la matinée fut chaude avec brouillard, suivi d'un beau jour, « comme un jour de printemps, qui amena un dégel très-doux : « le thermomètre de Fahrenheit monta du neuvième degré « au quarantième. Rhûmes épidémiques avant & après le « grand froid.»

Ces observations sont accompagnées de beaucoup d'expériences faites sur la congélation de différentes liqueurs & acides.

*À WHITE-KINGHTS, 15 lieues Nord-ouest de Londres.*

Lettre de M. le Chevalier Englefield, datée de *White-Kinghts near Reading Berks*, du 1.<sup>er</sup> Février, « J'ai observé le froid à un thermomètre au mercure, gradué sur l'échelle de « Fahrenheit. » Voici les observations que j'ai réduites au thermomètre de M. de Reaumur.

1776.	HEURES du JOUR.	THERM. de FARHENHEIT.	THERM. de REAUMUR.
	H.	Deg.	Deg.
Janv. 28	matin 1	14	— 8
28	soir 11	9	— 10 $\frac{1}{8}$
29	matin 2	7 $\frac{1}{2}$	— 10 $\frac{1}{4}$
30	matin 1	12	— 8 $\frac{1}{6}$
31	matin 2	9	— 10 $\frac{1}{8}$

*À CHATHAM, comté de KENT, 13 lieues Sud-est de Londres.*

Le 29 Mars, je reçus de M. de Magellan, Correspondant de l'Académie, les observations du froid, faites à Chatham près de Rochester, comté de Kent, à 13 lieues Sud-est de Londres, imprimées sur une feuille volante : « les observations » furent faites à deux thermomètres, construits par Nairne, » bons tous deux, gradués selon le calibre des tubes, & suivant » l'échelle de Farhenheit ; non-seulement ils étoient d'accord » entr'eux, mais encore avec d'autres de la meilleure espèce. » Les observations furent faites dans un jardin près de la Place » publique, par M. Simmons, Chirurgien : lorsque le thermo- » mètre descendit à 4 degrés, qui étoit le plus grand degré » de froid naturel qu'il se souvient d'avoir été observé en » Angleterre, il s'affura de deux amis curieux & intelligens pour en être témoins. »

Les deux Tables suivantes, contiennent les observations de M. Simmons, faites à Chatham.

1776.	HEURES du JOUR.	THERM. de Fahrenheit.	THERM. de Reaumur.	1776.	HEURES du JOUR.	THERM. de Fahrenheit.	THERM. de Reaumur.
	Heur.	Deg.	Deg.		Heur.	Deg.	Deg.
Janv. 20	soir 2	28	— 1 $\frac{3}{4}$	Janv. 30	mat. 8	10	— 9 $\frac{2}{3}$
	soir 4	25	— 3		mat. 10	11	— 9 $\frac{1}{3}$
	soir 6	17	— 6 $\frac{2}{3}$		midi	17	— 6 $\frac{1}{3}$
	soir 7	9	— 10 $\frac{1}{6}$		soir 2	19 $\frac{1}{2}$	— 5 $\frac{1}{2}$
	soir 8	8 $\frac{1}{2}$	— 10 $\frac{1}{12}$		soir 4	19	— 5 $\frac{1}{3}$
	soir 9	9	— 10 $\frac{1}{6}$		soir 6	12	— 8 $\frac{1}{3}$
	soir 10	11	— 9 $\frac{1}{4}$		soir 7	11	— 9 $\frac{1}{4}$
	soir 11	14	— 8		soir 8	7	— 11 $\frac{1}{2}$
26	soir 2	23	— 4 $\frac{5}{6}$		soir 9	4 $\frac{1}{2}$	— 12 $\frac{1}{6}$
	soir 4	21	— 4 $\frac{1}{2}$		soir 10	3 $\frac{1}{4}$	— 12 $\frac{1}{3}$
	soir 5	20	— 5 $\frac{1}{3}$		soir 11	1	— 13 $\frac{1}{3}$
	soir 6	20	— 5 $\frac{1}{3}$		soir 12	0 $\frac{1}{2}$	— 14 $\frac{1}{2}$
	soir 7	19	— 5 $\frac{1}{3}$	31	mat. 1	1	— 13 $\frac{2}{3}$
	soir 9	18	— 6 $\frac{1}{4}$		mat. 2	1	— 13 $\frac{2}{3}$
	soir 10	16 $\frac{1}{2}$	— 6 $\frac{1}{2}$		mat. 6	— 3 $\frac{1}{2}$	— 15 $\frac{1}{2}$
27	mat. 8	17	— 6 $\frac{1}{3}$		mat. 7	— 3 $\frac{1}{2}$	— 15 $\frac{1}{2}$
	soir 2	17 $\frac{1}{2}$	— 6 $\frac{1}{2}$		mat. 8	— 3 $\frac{1}{2}$	— 15 $\frac{1}{2}$
	soir 7	15	— 7 $\frac{1}{2}$		mat. 9	— 0	— 14 $\frac{2}{3}$
	soir 8	14	— 8		mat. 10	6	— 11 $\frac{1}{2}$
	soir 9	14	— 8		mat. 11	11	— 9 $\frac{1}{2}$
	soir 10	14	— 8		midi	17	— 6 $\frac{1}{3}$
28	mat. 8	14	— 8		soir 1	22	— 4 $\frac{1}{2}$
	mat. 9	16	— 7 $\frac{2}{3}$		soir 2	22 $\frac{1}{2}$	— 4 $\frac{1}{2}$
	soir 2	17	— 6 $\frac{2}{3}$		soir 3	20	— 5 $\frac{1}{3}$
	soir 4	15	— 7 $\frac{1}{3}$		soir 4	14	— 8 $\frac{1}{3}$
	soir 6	13	— 8 $\frac{1}{3}$		soir 5	10	— 9 $\frac{2}{3}$
	soir 7	12	— 8 $\frac{1}{3}$		soir 6	5	— 12 $\frac{1}{3}$
	soir 8	11	— 9 $\frac{1}{4}$		soir 7	3	— 10 $\frac{2}{3}$
	soir 9	10	— 9 $\frac{1}{4}$		soir 8	1	— 13 $\frac{1}{3}$
	soir 10	10 $\frac{1}{2}$	— 9 $\frac{1}{2}$		soir 9	— 0	— 14 $\frac{1}{3}$
	soir 11	11	— 9 $\frac{1}{4}$		soir 10	— 1	— 14 $\frac{1}{3}$
29	mat. 8	7	— 11	Févr. 1	mat. 7	— 1 $\frac{1}{4}$	— 14 $\frac{1}{3}$
	soir 2	23	— 4 $\frac{1}{2}$		mat. 8	4	— 12 $\frac{1}{3}$
	soir 6	15	— 7 $\frac{1}{3}$		mat. 9	6	— 11 $\frac{1}{3}$
	soir 8	8 $\frac{1}{2}$	— 10 $\frac{1}{3}$		mat. 11	12	— 8 $\frac{1}{3}$
	soir 9	10	— 9 $\frac{1}{3}$		midi	25	— 3 $\frac{1}{3}$
	soir 10	11	— 9 $\frac{1}{3}$		soir 2	29	— 1 $\frac{1}{3}$
	soir 11	9 $\frac{1}{2}$	— 10			32	— 0

Mém. 1776.

Q

TABLE des Observations du Baromètre & du Vent,  
pendant le froid.

1776.	HEURES du JOUR.	BARO- MÈTRE.	VENTS.
	Heur.	Pouc. Déc.	
Janvier 20	foir 2	29,72	N. N. O.
26	foir 2	29,84	E.
27	foir 2	29,81	E.
28	foir 2	30,04	E.
29	foir 2	29,92	E.
30	foir 2	30,07	E.
31	foir 2	30,10	calme.
Février 1	foir 2	29,91	S.

Les observations furent faites au thermomètre de Fahrenheit; je les ai réduites, comme l'on voit dans la colonne voisine, à l'échelle du thermomètre de M. de Reaumur.

Il est rapporté dans l'imprimé, outre les observations:  
 « les 13, 14 & 15 Janvier, il tomba une grande quantité  
 » de neige, de manière que le grand chemin entre Londres &  
 » Douvres, fut totalement impraticable, même pour les gens à  
 » cheval, pendant plusieurs jours. Le 28, la rivière Medway  
 » (dont l'eau est salée) fut prise depuis Rochester-bridge,  
 » jusqu'à Gillingham; plusieurs centaines de personnes la tra-  
 » versèrent d'un bord à l'autre, & l'on roula par-dessus des  
 » tonneaux d'eau qu'on nomme *butts* en Angleterre, & qui  
 » contiennent cinq cents quarante pintes de Paris, depuis le  
 » chantier du Roi jusqu'à des vaisseaux de guerre qui étoient  
 » dans le Havre; l'haleine de quantité de personnes se condensa  
 » & se gela à leurs draps près leur bouche, dans le lit, & cela  
 » dans des chambres qui en tout autre temps pourroient passer  
 » pour chaudes.  
 » Les 29, 30 & 31 Janvier, furent très-froids; on ne  
 » vit aucuns nuages.

Un thermomètre constamment exposé au Soleil, ne put « dans aucun temps faire monter le mercure plus haut qu'un « degré au-dessus de la congélation ».

À PÉTERSBOURG.

M. le comte de Strogonoff ayant reçu de Pétersbourg les Observations météorologiques du froid observé pendant l'hiver de 1775 à 1776, & les ayant communiquées à feu M. Roux, Docteur en Médecine; ce dernier voulut bien me les remettre pour en prendre communication. Elles s'étendoient depuis le 1.<sup>er</sup> Octobre 1775 jusqu'au 18 Février 1776. Je ne rapporterai ici que les observations faites pendant les mois de Décembre & de Janvier, pendant lesquels le thermomètre est descendu le plus bas. Les jours des observations rapportées dans cette Table étoient suivant le vieux style, qui diffère comme l'on sait de onze jours d'avec le nouveau. J'ai ajouté ces onze jours aux jours de la Table des observations qui m'a été remise, pour avoir les jours comme nous les comptons, afin de pouvoir comparer ces observations avec celles qui seront rapportées dans ce Mémoire.

Le thermomètre qui a servi à ces observations, étoit au mercure, avec l'échelle de M. de Reaumur, exposé au Nord; ces observations étoient accompagnées de celles du baromètre qui étoit élevé de 20 pieds au-dessus de l'horizon de la grande Newa, à environ 6000 pieds de son embouchure: l'échelle du baromètre divisée en pouces & en vingtième partie de pouce, dont douze font un pied-de-roi, mesure de France, & sur cette échelle, il étoit aisé d'estimer les centièmes parties de pouce, ce qui est employé dans les observations.

Les observations furent faites au thermomètre, le matin, entre 6 & 7 heures, à midi & le soir vers les 10 heures.

Avant le 1.<sup>er</sup> Décembre, les froids ne furent pas considérables; le plus grand abaissement du thermomètre fut le 14 Novembre matin, à 12 degrés  $\frac{3}{10}$ ; & depuis le 6 Février jusqu'à la fin du mois, le thermomètre ne passa pas 4 degrés  $\frac{8}{10}$  au-dessous de zéro.

124 MÉMOIRES DE L'ACADÉMIE ROYALE  
TABLE des Observations de PÉTERSBOURG.

JOURS du MOIS-	DÉCEMBRE 1775.					JANVIER 1776.				
	THERMOMÈTRE.			BAROMÈT.		THERMOMÈTRE.			BAROMÈT.	
	Matin.	Midi.	Soir.	Midi.	Minuit.	Matin.	Midi.	Soir.	Midi.	Minuit.
	Deg.	Deg.	Deg.	P. Dég.	P. Dég.	Deg.	Deg.	Deg.	P. Dég.	P. Dég.
1	+ 0,5	+ 1,1	+ 1,6	28,35	28,26	- 8,5	- 8,0	- 9,6	28,67	28,74
2	+ 2,1	+ 3,2	+ 2,7	28,04	27,94	- 11,7	- 10,1	- 11,2	28,74	28,72
3	+ 2,7	+ 3,2	+ 3,7	27,78	27,53	- 11,2	- 10,7	- 16,5	28,56	28,60
4	+ 2,1	+ 1,1	+ 1,1	27,52	27,69	- 16,5	- 15,5	- 15,0	28,72	28,69
5	- 2,1	- 3,2	- 3,7	28,02	28,13	- 15,5	- 19,7	- 20,3	28,70	28,65
6	- 5,3	- 4,3	- 6,0	28,12	28,22	- 22,4	- 20,3	- 19,2	28,73	28,75
7	- 6,0	- 3,7	- 2,1	28,16	27,80	- 15,0	- 11,2	- 12,3	28,71	28,74
8	+ 0,5	+ 1,1	- 0,5	27,47	27,32	- 12,3	- 7,0	- 8,0	28,73	28,75
9	- 1,6	- 1,1	- 2,7	27,40	27,58	- 14,0	- 12,8	- 14,5	28,74	28,72
10	- 6,4	- 8,0	- 13,3	27,81	28,06	- 14,6	- 10,5	- 15,0	28,66	28,55
11	- 15,0	- 11,2	- 9,6	28,04	27,66	- 17,6	- 15,5	- 16,0	28,26	28,06
12	- 9,7	- 7,5	- 9,6	27,90	28,20	- 15,0	- 14,4	- 16,5	27,98	27,98
13	- 10,1	- 8,0	- 8,5	28,10	27,43	- 15,0	- 13,3	- 14,4	27,98	28,13
14	- 6,4	- 7,5	- 9,1	27,36	27,82	- 16,0	- 18,1	- 19,7	28,09	28,03
15	- 9,6	- 8,0	- 8,5	28,21	28,45	- 22,0	- 14,0	- 9,6	28,04	27,95
16	- 8,5	- 9,6	- 10,1	28,60	28,53	- 8,5	- 7,0	- 13,3	27,82	28,00
17	- 6,4	- 3,7	- 3,2	28,29	28,42	- 20,3	- 21,3	- 23,5	28,24	28,45
18	- 8,5	- 4,3	- 6,4	28,30	28,35	- 26,7	- 22,4	- 20,3	28,47	28,17
19	- 12,8	- 7,5	- 9,6	28,46	28,10	- 15,0	- 11,7	- 17,1	27,97	28,20
20	- 1,1	+ 0,5	- 4,3	28,03	28,18	- 23,5	- 20,3	- 19,7	28,31	28,24
21	- 11,2	- 10,1	- 11,7	28,28	28,32	- 12,8	- 8,3	- 4,3	28,05	27,96
22	- 3,7	- 0,5	- 11,2	28,11	28,11	- 8,5	- 8,5	- 10,1	27,89	27,74
23	- 4,3	- 3,2	- 3,7	28,15	28,15	- 10,1	- 8,0	- 6,7	27,64	27,55
24	- 4,8	- 8,0	- 8,0	28,05	27,97	- 12,8	- 9,6	- 12,8	27,59	27,80
25	- 10,7	- 4,3	- 3,7	27,91	27,85	- 15,0	- 16,0	- 20,8	28,12	28,33
26	- 3,7	- 1,6	- 3,2	27,70	27,63	- 22,4	- 18,7	- 16,0	28,42	28,42
27	- 3,2	- 3,2	- 3,7	27,67	27,70	- 12,8	- 14,4	- 17,1	28,42	28,08
28	- 3,2	- 2,1	- 3,2	27,72	27,82	- 11,7	- 9,1	- 11,2	28,03	28,12
29	- 3,7	- 4,8	- 6,0	27,95	28,10	- 16,0	- 13,0	- 11,2	28,27	28,21
30	- 4,8	- 4,8	- 5,3	28,24	28,41	- 7,5	- 5,3	- 4,3	27,96	27,78
31	- 6,4	- 6,4	- 7,5	28,53	28,60	- 3,2	- 2,7	- 14,4	27,61	28,08

JOURS du MOIS.	THERMOMÈTRE.			BAROMÈTRE.	
	Matin.	Midi.	Soir.	Midi.	Minuit.
	Deg.	Deg.	Deg.	P. Dée.	P. Dée.
Févr. 1	— 18,7	— 15,5	— 19,2	28,27	28,12
2	— 15,0	— 9,6	— 14,4	27,72	27,87
3	— 15,0	— 13,3	— 16,5	27,93	27,96
4	— 19,7	— 11,2	— 9,6	27,72	27,56
5	— 15,5	— 10,1	— 6,4	27,78	27,43
6	+ 0,5	+ 1,6	+ 1,6	27,25	27,23

Le plus grand froid est arrivé à Pétersbourg, comme on le voit dans cette Table; le 18 Janvier matin: le thermomètre descendit à 26 degrés  $\frac{7}{10}$  au-dessous de la congélation.

Ce degré de froid n'est pas le plus grand qui ait été observé dans cette ville: on trouve, qu'en 1733, le thermomètre de M. de Reaumur y descendit à 26 degrés  $\frac{1}{2}$ ; en 1749, à 30; en 1759, à 27  $\frac{1}{2}$ ; & le 6 Janvier 1760, à 31 degrés  $\frac{1}{4}$ .

*De Pétersbourg, le 10 Avril (t)*, « La Newa est encore prise par les glaces, comme au mois de Février dernier: « les voitures la traversent, sans risque, dans tous les sens. »

*De Pétersbourg, le 28 Avril (u)*. « Le 25, la glace de la Newa a commencé à se dissoudre, & le lendemain, le « libre passage des batelets a été rétabli; ce prompt écou- « lement des glaces est regardé ici comme une chose « extraordinaire. »

#### À H A M B O U R G.

*De Hambourg (x)*, « Quoiqu'il ait gelé, sans interruption,

(t) Gazette de France, 1776, n.° 39.

(u) Ibidem, n.° 44.

(x) Ibidem, n.°s 13 & 14.

» depuis le commencement de ce mois (Janvier) ; le froid  
 » étoit néanmoins supportable. Le 18, la terre étoit couverte  
 » de neige & le temps sombre, ainsi qu'il avoit presque  
 » toujours été depuis les premiers froids : sur les 4 heures du  
 soir, le ciel s'éclaircit par un vent d'Est.»

Voici la Table des observations du froid.

1776.	HEURES du JOUR.	THERMO- MÈTRE.	BARO- MÈTRE.	VENTS.	ÉTAT DU CIEL.
	H.	D.	P. L.		
Janv. 18	soir 4	— 10			
	minuit.	— 12	28,4		
20	.....	— 14			
	tout le jour	— 12	28,6	N. E.	ciel serein.
21	.....	— 15	28,1	S. E.	ciel un peu couv.
	10	— 9			
22	matin 7	— 5			
	midi	— 0	28,0	S. O.	ciel couvert.
26	soir 2	— 12			
	soir 6	— 13			
	minuit.	— 15			
27	matin 7	— 17	28,8	E.	

« Le froid étoit si vif le 21, que le feu ayant pris chez  
 » un Distillateur, vers les cinq heures du matin, l'eau que  
 » jetoient les pompes retomboit en glaçons; le même soir, il  
 » parut une aurore boréale, & la veille, sur les 8 heures du  
 soir.» En 1759, le thermomètre, à Hambourg, descendit  
 à 18 degrés.

#### À V A R S O V I E.

« À Varsovie (y) un froid extraordinaire s'y fit sentir au  
 mois de Décembre 1775; le 16 de ce mois, avant le lever



du Soleil, le thermomètre de Reaumur descendit à 10 degrés « au-dessous de zéro; le 17 à 15, & le 20 il revint à 3 degrés « au-dessous de la congélation: ce froid, dans une seule nuit « gela la Vistule. »

*Varsovie, le 6 Janvier (7):* Le thermomètre de Reaumur « étoit à 11 degrés  $\frac{1}{2}$  au-dessous de zéro, & l'on a su que dans « le Pérugin, en Italie, dès le 3, le Tibre étoit gelé, ce qui « n'étoit pas arrivé depuis long-temps. »

*Varsovie, le 31 Janvier (a):* Le froid est toujours ici des « plus âpres; le thermomètre, le 26 Janvier, étoit descendu à « 18 degrés au-dessous de zéro, & le 27 à 20 degrés  $\frac{1}{2}$ . »

Un grand nombre de personnes eurent des parties de leur « corps, sur-tout le visage, gelées. »

### À L E I P S I C K.

« On assure qu'à Leipfick (b) le thermomètre de Reaumur « a été le 20 Janvier à 21 degrés au-dessous du point de la « congélation, & que le 27 il étoit à 23 degrés. »

### À C O P E N H A G U E.

*De Copenhague le 27 Janvier (c):* « Le 23 au soir, on « a vu ici des éclairs dans la partie du Sud-est; ce qui, dans « cette saison, est un phénomène pour notre climat: l'air étoit « fort doux; mais quelques instans après, le vent tourna au Nord « & la gelée prit avec une force extraordinaire: hier au matin, « 26, à l'Observatoire royal, le thermomètre étoit à 6 degrés  $\frac{1}{6}$  « au-dessous du point de la congélation: c'est le froid le plus « rigoureux que nous ayons éprouvé dans cet hiver. Dès le 22, « il étoit arrivé sur la glace, de Landscron à Elfseneur, cinq « traîneaux qui étoient partis le même jour pour cette première « ville; depuis, on voyage, soit à pied, soit en traîneaux, »

(7) Gazette de France, 1776, n.<sup>o</sup> 12.

(a) Gazette d'Utrecht, 1776, n.<sup>o</sup> 14.

(b) Journal politique, Février 1776.

(c) Gazette de France, 1776, n.<sup>o</sup> 18.

» sur la glace qui couvre le Sund, jusque près de Cronen-  
 » bourg. Le maître de la malle du Nord a été obligé d'aban-  
 » donner sa chaloupe dans les glaces. »

D'après les effets de la gelée, rapportés ci-dessus, il y a lieu de croire que 6 degrés  $\frac{1}{2}$  au-dessous du point de la congélation, doit s'entendre au-dessous de zéro du froid artificiel de Fahrenheit, qui répondroit au thermomètre de M. de Reaumur à 17 degrés.

*De Copenhague (d) :* « Le dégel a rendu très-difficile la  
 » communication entre les différentes îles du Danemarck. Tant  
 » que le froid a duré, on passoit les bras de mer qui les séparent  
 » avec des chariots chargés, avec autant de facilité que sur les  
 » grands chemins. Les traîneaux venoient de Malmoë à Hel-  
 » singor, ce qui fait un trajet de plus de sept lieues en pleine  
 » mer. »

#### À V I E N N E.

« À Vienne (e) le 1.<sup>er</sup> Février, à sept heures du matin,  
 » le thermomètre de M. de Reaumur à 14 degrés  $\frac{1}{2}$ ; le 2 à 16;  
 » le 3 à 10; & à ce jour le dégel a commencé. On assure que  
 » la glace du Danube a plus de six pieds d'épaisseur. »

*De Francfort, le 14 Février (f) :* « On a observé à Vienne  
 » & autres villes principales d'Allemagne, que le froid de cette  
 » année a surpassé celui de 1709. On remarque que les hivers  
 » de 1731, 1740, 1749, 1758 & 1767, ont été notés  
 » pour leur rigueur: ainsi l'année présente feroit la sixième  
 » époque d'un retour périodique de grand froid de neuf en  
 » neuf ans. »

#### À S T O C K H O L M.

Extrait d'une Lettre de M. Wargentin, datée de Stockholm, le 5 Mars 1776.

« Le froid a été ici, au mois de Janvier 1776, continué, »

(d) Journal politique, Mars 1776.

(e) Ibidem.

(f) Gazette d'Agriculture, 1776, n.<sup>o</sup> 19.

sans aucun dégel, mais pas fort rigoureux pour le climat, & point du tout extraordinaire : le plus violent, les 26 & 27 Janvier, n'étoit que de 16 à 18 degrés au thermomètre de Reaumur. Par trois observations journalières, faites avant le lever du Soleil, à midi & vers minuit, le degré moyen du thermomètre de Reaumur a été ici,

Janvier..	1 au 5.....	— 4 <sup>d</sup> ,3.
	6 au 10.....	— 5,5.
	11 au 15.....	— 9,0.
	16 au 20.....	— 7,5.
	21 au 25.....	— 8,4.
	26 au 31.....	— 7,5.
Février..	1 au 5.....	— 4,2.
	6 au 10.....	— 0,8.
	11 au 15.....	+ 0,3.
	16 au 20.....	+ 0,6.
	21 au 25.....	— 2,2.
	26 au 29.....	+ 0,4.
Mars.....	1 au 4.....	— 2,3.

« Je suis donc surpris du violent froid qu'on a essuyé en Allemagne, en Angleterre, & même en France & en Italie; « nous avons eu aussi fort peu de neige : en revanche, l'hiver « dure ici encore, & vous avez apparemment déjà un beau « printemps. »

« Il est tombé dans les parties septentrionales du royaume de Suède, une si grande quantité de neige, que plusieurs « personnes qui s'acheminoient vers la capitale (Stockholm) « ont eu le malheur de périr (g). »

*De Stockholm, le 10 Mai (h),* « On écrit de Griselhamn, que la mer y est dégagée des glaces depuis quelques jours; « mais la mer de Finlande est encore dangereuse à parcourir, « à cause de l'amas des glaçons que les vents y ont réunis. »

(g) Gazette de France, 1776, n.° 46.

(h) Gazette d'Agriculture, 1776, n.° 19.

Mém. 1776.

## À STRALSUND.

*De Stockholm, le 7 Février (i).* « Les lettres de Stralsund » marquent que le froid y a été plus fort de 2 degrés qu'en 1709. »

Si l'on suppose le froid de 1709, comme à Paris de  $15^{\frac{d}{2}}$ , en y ajoutant 2 degrés, cela donneroit 17 degrés  $\frac{1}{2}$  pour le froid de cette année à Stralsund.

## À BONN.

*De Bonn, le 3 Février (k).* « Le froid que l'on a éprouvé » dans ce pays-ci depuis trois semaines, a été des plus rigoureux. » Selon le thermomètre de Fahrenheit, il étoit le 19 Janvier » à 1 degré au-dessous de celui de 1709 : il s'est soutenu, à » peu de différence près, au même point de congélation jus- » qu'au 30 : ce jour-là, le Rhin, couvert de glaçons, se prit » à Cologne dans toute sa largeur, à 2 heures du matin : il l'étoit déjà depuis deux jours à Wefel & à Dusseldorp. »

## À GÈNES.

*De Gènes, le 29 Janvier (l).* « Depuis plusieurs jours, il » tombe beaucoup de neige, & le froid excessif fait craindre que les orangers & les limons ne soient entièrement gelés. »

## À PÉROUSE.

*De Rome, le 3 Janvier (m).* « Le Tibre a été gelé à Pérouse » d'un bord à l'autre, ce qui arrive très-rarement. Les bestiaux » exposés à l'air, & particulièrement les moutons, ont beau- » coup souffert du froid excessif qu'on vient d'éprouver. »

## À CONSTANTINOPLE.

*Constantinople, le 3 Février (n).* « Pendant plusieurs jours,

(i) Gazette de France, 1776, n.º 14.

(k) *Ibidem.*

(l) *Idem*, n.º 9.

(m) Journal de Bouillon, Mars 1777.

(n) Gazettes de Leyde & d'Amsterdam, 1776, n.º 23.

l'on a ressenti ici un froid très-vif, & ensuite une abondance de neige; phénomène peu ordinaire en ce climat ».

*AU CAIRE, Afrique.*

*Du Caire le 27 Avril (o):* « Nous n'avons point ressenti, l'hiver dernier, un froid proportionné à celui dont on s'est « plaint en Europe: le thermomètre de M. de Reaumur, « exposé au grand air, n'a jamais été qu'au huitième degré au- « dessus de la glace, & les chaleurs de l'Été n'ont pas fait « monter le thermomètre au-delà du 29.<sup>e</sup> degré: ce qui est « beaucoup moindre que les grandes chaleurs observées à « Lyon ».

*FLEUVE S<sup>T</sup>-LAURENT, Amérique septentrionale.*

*Londres le 11 Juin (p):* « Par des lettres du Capitaine Douglas, commandant l'*Isis*, on a appris que ce Capitaine fit « voile de Portland le 11 Mars 1776 pour Québec, qu'il fit la « route la plus pénible: il toucha à l'île Saint-Pierre le 11 Avril, « & ne parvint qu'avec une peine infinie à faire le trajet de « cinquante ou soixante lieues, à travers d'énormes glaçons; que « le 21 du même mois, ayant dépassé ces glaces, il arriva le « lendemain à l'île d'Anticosti, dans le golfe du fleuve Saint- « Laurent. Que le 30, une neige considérable lui fit jeter l'ancre « aux îles du Pélerin, & qu'enfin après tant d'obstacles, contrarié « toujours par les brouillards, les calmes & les vents opposés, il « étoit arrivé le 3 de Mai près de l'île aux Centres ».

En 1743, le froid fut observé à Québec de 33 degrés au-dessous du zéro de la première congélation, au thermomètre de Reaumur (q).

(o) Gazette de France, 1776, n.<sup>o</sup> 52.

(p) Idem, n.<sup>o</sup> 51.

(q) Mém. de l'Acad. année 1744, p. 139; & année 1749, p. 10.

## TABLE des plus grands degrés de Froids, observés au commencement de cette année 1776.

Extrait des Tables d'Observations précédentes.

N. <sup>os</sup> des OBS.	JANV. 1776.	GRAND FROID observé.	DEG. de LATIT.	LONGIT. à compter de P A R I S.		NOMS DES ENDROITS, où le plus grand FROID a été observé.
				Deg.	Min.	
1	6.	— 7,0	44. 46	4.	20	E. Briançon, en Dauphiné. <i>Connaissance des Temps</i> , 1779.
2	8	— 8,6	45. 55	2.	55	O. S. Jean-d'Angely. <i>Lettre du P. Cotte.</i>
3	18	— 26,9 $\frac{1}{2}$	59. 56	28.	0	E. Pétersbourg. <i>Voyez le Mémoire.</i>
4	18	— 7,0	44. 50	.....	0.	à 1 lieue $\frac{1}{2}$ de Bordeaux. <i>Idem.</i>
5	18	— 5,0	42. 32	3.	7	E. Aix, en Provence. <i>Idem.</i>
6	18	— 4,0	43. 18	3.	2	E. Marseille. <i>Idem.</i>
7	18	— 0,5	21. 42	0.	34	E. Perpignan. <i>Conn. des Temps</i> , 1779.
8	19	— 6,6	44. 20	2.	0	O. Barry, près Clairac. <i>Ouvrage de Van-Swinden.</i> *
9	19	— 5,0	44. 50	2.	55	O. Bordeaux. <i>voy. le Mém.</i>
10	19	— 5,0	58. 13	0.	54	O. Toulouse. <i>Conn. des Temps</i> , 1777.
11	19	— 0,5	43. 23	4.	0	O. Saint-Jean-de-Luz. <i>Idem</i> , 1779.
12	21	— 17,8	52. 28	9.	0	E. Bergen, près Magdebourg. <i>Observat. sur le froid.</i> *
13	26	— 17,0	55. 41	10.	15	E. Copenhague. <i>voy. le Mém.</i>
14	26, 27	— 16 — 18	59. 20	15.	43	E. Stockholm. <i>Idem.</i>
15	27	— 23,0	51. 19	10.	0	E. Léipsick. <i>Idem</i>
16	27	— 20,6	52. 14	18.	41	E. Varsovie. <i>Idem.</i>
17	27	— 19,6	52. 20	8.	45	E. Helmstatt. <i>Observat. sur le froid.</i> *

N. <sup>os</sup> des OBS.	JANV. 1776.	GRAND FROID observé.	DEG. de LATIT.	LONGIT. à compter de PARIS.	NOMS DES ENDROITS, où le plus grand FROID a été observé.
	Jours.	Deg. Rea.	Deg. Alm.	Deg. Alm.	
18	27	— 17,11	52. 31	11. 0	E. Berlin. <i>Observ. sur le froid.</i> *
19	27	— 17,6	53. 15	3. 0	E. Franeker en Frise. <i>Idem.</i> *
20	27	— 17,0	53. 43	7. 30	E. Hambourg. <i>voy. le Mém.</i>
21	27	— 16,7	53. 10	4. 0	E. Eelde, en Drenthe. <i>Obs. sur le froid.</i> *
22	27	— 16,6	52. 16	3. 7	E. Leuwarden. <i>Idem.</i> *
23	27	— 16,3 $\frac{1}{2}$	53. 16	4. 0	E. Groningue. <i>Idem.</i> *
24	27	— 15,6	52. 4	2. 51	E. la Haye. <i>voy. le Mém.</i>
25	27	— 15,6	52. 2	3. 58	E. Zutphen. <i>Observat. sur le froid.</i> *
26	27	— 15,6	52. 9	2. 6	E. Leyde. <i>Idem.</i> *
27	27	— 15,5	52. 5	2. 49	E. Utrecht. <i>Idem.</i> *
28	27	— 15,1	52. 0	1. 58	E. Delft. <i>Idem.</i> *
29	27	— 15,1	51. 37	2. 26	E. Breda. <i>Idem.</i> *
30	27	— 15,0	51. 35	2. 29	O. Hampstead, en Angleterre. <i>Idem.</i> *
31	27	— 14,6	52. 24	2. 21	E. Haarlem. <i>Idem.</i>
32	27	— 14,3 $\frac{1}{2}$	52. 24	2. 29	E. Zwamenburg, près de Haarlem. <i>Idem.</i>
33	27	— 13,9	52. 26	2. 33	E. Sparendam, près Haarlem. <i>Idem.</i>
34	27	— 13,6	51. 45	2. 46	E. Bois-le-Duc. <i>Idem.</i>
35	28	— 30,0	50. 45	9. 16	E. Rudolstadt, en Swartzbourg. *
36	28	— 26,6	50. 46	10. 41	E. Chemnitz, en Saxe. *
37	28	— 25,0	51. 12	10. 26	E. Dresde. *
38	28	— 24,9 $\frac{1}{2}$	51. 16	9. 35	E. Muska, en Saxe. *
39	28	— 17,0	50. 51	2. 2	E. Bruxelles. <i>Voyez le Mémoire.</i>
40	28	— 17,0	50. 6	6. 15	E. Francfort, sur le Mein. <i>Journal de Physique.</i>
41	28	— 17,0	50. 4	0. 41	O. Château de Chepy, près d'Abbeville. <i>voy. le Mém.</i>
42	28	— 16,6	50. 22	0. 45	E. Douay. <i>Idem.</i>
43	28	— 16,6	49. 51	0. 57	E. Saint-Quentin. <i>Journal de Physique.</i>
44	28	— 16,0	50. 44	7. 18	E. Ponn. <i>voy. le Mém.</i>
45	28	— 15,10	52. 23	2. 39	E. Amsterdam. <i>Idem.</i>
46	28	— 15,6	48. 58	0. 33	E. Meaux. <i>Connoiss. des Temps, 1777.</i>

N. <sup>os</sup> des OBS.	JANV. 1776.	GRAND FROID observé.	DEG. de LATIT.	LONGIT. à compter de PARIS.	NOMS DES ENDROITS, où le plus grand FROID a été observé.
	Jours	Deg. 12. <sup>es</sup>	Deg. Min.	Deg. Min.	
47	28	— 15,6	.....	.....	E. $\frac{1}{2}$ lieue de Tournay. <i>voy. le Mém.</i>
48	28	— 15,6	49. 34	1. 17	E. Laon, Picardie. <i>Conn. des T. 1777.</i>
49	28	— 15,1 $\frac{1}{2}$	48. 59	0. 1	O. Montmorency. <i>voy. le Mém.</i>
50	28	— 15,1	50. 50	3. 20	E. Mastricht. *
51	28	— 15,0	50. 36	1. 3	E. Tournay. <i>voy. le Mém.</i>
52	28	— 15,0	49. 29	2. 14	O. Havre-de-Grace. <i>Idem.</i>
53	28	— 14,8	51. 8	0. 25	E. Nieuport. <i>Idem.</i>
54	28	— 14,6	49. 31	.....	O. Saint-Paul-aux-Bois, en Picardie. <i>Conn. des Temps, 1777.</i>
55	28	— 14,0	47. 54	0. 26	O. Orléans. <i>Idem.</i>
56	28	— 14,0	.....	.....	O. White-Kinghts. <i>voy. le Mém.</i>
57	28	— 14,0	50. 38	0. 44	E. Lille. *
58	29	— 25,3 $\frac{1}{2}$	49. 0	13. 40	E. Telch, en Moravie. *
59	29	— 22,0	50. 10	17. 30	E. Mirow, près de Cracovie. *
60	29	— 22,0	50. 0	17. 30	E. Cracovie. <i>Lettre du P. Cotte.</i>
61	29	— 19,6	48. 50	9. 48	E. Ratisbonne. *
62	29	— 18,0	48. 12	15. 14	E. Presbourg, en Hongrie. *
63	29	— 18,0	49. 39	0. 14	E. Montdidier. <i>voy. le Mém.</i>
64	29	— 17,0	48. 35	5. 26	E. Strasbourg. <i>Idem.</i>
65	29	— 16,4	51. 55	2. 8	E. Rotterdam. <i>Idem.</i>
66	29	— 16,3	48. 51	0. 0	... Paris, Observat. de la Marine. <i>Idem.</i>
67	29	— 16,0	.....	.....	... Paris, à la Monnoie. <i>Idem.</i>
68	29	— 16,0	.....	.....	... Paris, faubourg Montmartre. <i>Idem.</i>
69	29	— 14,3	.....	.....	... Paris, Observatoire royal. <i>Idem.</i>
70	29	— 16,0	48. 56	0. 1	E. Saint-Denys, en France. <i>Idem.</i>
71	29	— 16,0	48. 20	0. 50	E. Courlon-sur-Yonne. <i>Idem.</i>
72	29	— 15,0	47. 28	6. 56	E. Zurich. *
73	29	— 14,0	48. 10	0. 6	O. Denainvilliers, Gâtinois. <i>voy. le Mém.</i>
74	27. 29	— 4,0	48. 23	6. 51	O. Brest. <i>Idem.</i>



N. <sup>os</sup> des OBS.	JANV. 1776.	GRAND FROID observé.	DEG. de LATIT.	LONGIT. à compter de PARIS.	NOMS DES ENDROITS, où le plus grand FROID a été observé.
	Jours	Deg. 12. <sup>me</sup>	Deg. Min.	Deg. Min.	
75	30	— 16,0	47. 12	2. 13	O. Chinon, en Touraine. <i>Connoissance des Temps, 1779.</i>
76	29. 30	— 14,0	46. 54	3. 12	E. Gorgier, près Neuch. *
77	30	— 12,9	46. 12	4. 15	E. Genève. *
78	30	— 12,6	.....	.....	E. à une lieue de Genève. *
79	30	— 12,6	46. 30	3. 12	O. Fontenay-le-Comte, en Poitou. <i>voy. le Mém.</i>
80	29. 30	— 11,6	47. 5	4. 45	E. Neuchâtel, en Suisse. *
81	30	— 11,6	49. 30	3. 50	O. Valognes, en Normandie. <i>Conn. des Temps, 1779.</i>
82	30	— 10,1 $\frac{1}{2}$	52. 12	3. 20	E. Northampton, en Angleterre. <i>voy. le Mém.</i>
83	31	— 22,0	51. 2	8. 35	E. Gotha. *
84	31	— 17,6	48. 18	1. 45	E. Troye, en Champagne. <i>voy. le Mém.</i>
85	31	— 15,8	51. 20	1. 50	O. Chatam, en Angleterre. <i>Idem.</i>
86	31	— 15,0	48. 10	1. 46	O. la Ferté-Bernard, au Maine. <i>Idem.</i>
87	31	— 13,8	45. 47	0. 45	E. Clermont, en Auvergne. <i>Lettre du P. Cotte.</i>
88	31	— 11,0	47. 44	5. 20	E. Auray, en Bretagne. <i>Conn. des Temps, 1777.</i>
89	31	— 10,8	46. 35	2. 0	O. Poitiers. <i>Conn. des Temps, 1779.</i>
90	31	— 10,0	47. 13	3. 54	O. Nantes. <i>Idem.</i>
91	30. 31	— 9,0	46. 38	3. 7	O. S. Maurice-le-Girard, en Poitou. <i>Idem.</i>
92	31	— 8,2 $\frac{1}{3}$	51. 31	2. 25	O. Londres. *
93	31	— 6,0	43. 37	1. 33	E. Montpellier. <i>Conn. des Temps, 1777.</i>
	Février				
94	1	— 20,1	51. 43	10. 14	E. Wirtemberg. *
95	1	— 20,0	49. 43	0. 12	E. Château d'Hargicourt, en Picardie. <i>voy. le Mém.</i>
96	1	— 19,6	48. 53	0. 20	O. Feuillencourt, près Saint-Germain-en-Laye. <i>Idem.</i>

N. <sup>os</sup> des OBS.	JANV. 1776.	GRAND FROID observé.	DEG. de LATIT.	LONGIT. à compter de PARIS.	NOMS DES ENDROITS, où le plus grand FROID a été observé.
	<i>Jours</i>	<i>Deg. 12.<sup>me</sup></i>	<i>Deg. Min.</i>	<i>Deg. Min.</i>	
97	1	— 17,9	48. 42	3. 52	E. Nancy. <i>voyez le Mémoire.</i>
98	1	— 17,6	45. 46	2. 30	E. Lyon. <i>Idem.</i>
99	1	— 17,3	45. 12	3. 24	E. Grenoble. <i>Conn. des Temps, 1777.</i>
100	1	— 17,0	49. 25	6. 8	E. Manheim. *
101	1	— 16,0	47. 19	2. 42	E. Dijon. <i>voy. le Mém.</i>
102	1	— 16,0	50. 53	2. 17	E. Louvain. <i>Idem.</i>
103	1	— 15,0	46. 0	2. 23	E. Villefranche, en Beaujolois. <i>Conn. des Temps, 1779.</i>
104	1	— 8,5	48. 22	6. 8	E. Molsheim, en Alsace. <i>Idem.</i>
105	2	— 16,0	48. 13	14. 3	E. Vienne, en Autriche. <i>voy. le Mém.</i>
106	2	— 10,6	45. 22	9. 36	E. Padoue. *
107	Point de date.	— 17,0	54. 23	11. 12	E. Stralsund, en Poméranie. <i>voy. le Mém.</i>
108		— 16,3	49. 54	0. 2	O. Amiens. <i>Idem</i>
109		— 16,0	47. 14	3. 43	E. Befançon. <i>Conn. des Temps, 1779.</i>
110		— 15,0	45. 31	3. 16	E. Pont-de-Beauvoisin. <i>voy. le Mém.</i>
111		— 5,0	46. 0	3. 40	O. Île d'Oléron. <i>Conn. des Temps, 1779.</i>
112		.....	44. 25	6. 16	E. Gènes. <i>voy. le Mém.</i>
113		.....	43. 6	10. 1	E. Pérouse. <i>Idem.</i>
114		.....	41. 1	26. 36	E. Constantinople. <i>Idem.</i>
115		.....	30. 3	29. 10	E. au Caire. <i>Idem.</i>
116		.....	.....	.....	... Fleuve Saint-Laurent. <i>Idem.</i>

Depuis la lecture de mon Mémoire à l'Académie, en 1776 & 1777, M. J. H. van Swinden, Professeur de Philosophie en l'Université de Franeker en Frise, a publié un Ouvrage intéressant sur le grand froid de 1776: en voici le titre.

*Observations*

*Observations sur le froid rigoureux du mois de Janvier 1776, imprimé à Amsterdam en 1778, volume in-8.º de 324 pages.*

J'ai pris de cet Ouvrage les observations des lieux qui manquoient dans ma Table : on les reconnoitra par les astériskues que j'ai ajoutés. M. van Swinden rapporte ces observations au thermomètre de mercure de Reaumur, en ajoutant environ 8 dixièmes de degré aux observations, suivant la règle de M. de Luc.

EXEMPLE. Le froid de Briançon, observé de 7 degrés au thermomètre à l'esprit-de-vin de Reaumur ; il le rapporteroit dans son ouvrage à 7 degrés 8 dixièmes : excepté ces remarques, les autres observations sont rapportées dans ma Table, comme elles ont été faites.

Dans le même ouvrage de M. van Swinden, il y a plusieurs dates d'observations du plus grand froid, qui ne s'accordent pas avec celles de ma Table : comme Saint-Jean-de-Luz qu'il rapporte au 28 ; Copenhague au 24 ; Léipsick au 29 ; Tournay au 30 ; Louvain au 28 ; Rotterdam au 27 ; Nancy au 29 ; Vienne au 29 ; & celui d'Amiens au 31 Janvier.

Les longitudes & les latitudes des lieux des observations, rapportées dans ma Table, ont été prises dans la *Connoissance des Temps* & les *Cartes de Géographie*. Les longitudes sont comptées de Paris, & j'ai rapporté les lieux à l'Est de Paris par un *E*, & ceux placés à l'Ouest par un *O*.

### ARTICLE XIII.

#### *Recherches sur le Froid de 1709.*

Le froid de 1709 n'est pas exactement connu & ne le sera jamais ; le thermomètre qui avoit servi à connoître le froid de cet hiver mémorable, n'existant plus depuis plusieurs années, comme je l'ai déjà dit dans ce Mémoire. Cet instrument étoit devenu précieux, & aucun Physicien, ni Astronome, que je sache, n'avoit osé le détacher de sa planche ou de son cadre, pour le mettre à un froid artificiel avec

*Mém. 1776.*

S

d'autres thermomètres, en faisant descendre la liqueur au degré où elle étoit descendue en 1709 par le froid naturel. Si ce moyen avoit été employé, l'on connoîtroit exactement le degré de ce froid au thermomètre de M. de Reaumur (r). Tout ce que l'on en peut connoître aujourd'hui, c'est par des observations correspondantes. Le thermomètre de feu M. de la Hire étoit placé dans le même endroit où il étoit en 1709, dans la tour orientale de l'Observatoire royal, laquelle tour étoit découverte, de manière que le thermomètre se trouvoit à l'abri du vent, & que le Soleil ne donnoit jamais sur la boule, ni sur le tube. Dans les *Mémoires de l'Académie*, on trouve qu'en 1731, ce thermomètre existoit depuis soixante ans. M. de Reaumur, en 1730, imagina son thermomètre; il en publia la description dans deux Mémoires imprimés dans les volumes de l'Académie, *année 1730, page 452; & 1731, page 250*. Depuis ce temps, ce thermomètre a prévalu sur les autres, & c'est celui qui est devenu, en France, le plus général, le plus répandu & le plus connu pour les observations. Il étoit de l'intérêt de M. de Reaumur de rapporter à son thermomètre le degré de froid qui avoit été observé en 1709 au thermomètre de M. de la Hire: mais il ne se servit pas du froid artificiel pour en connoître le rapport ou la correspondance; il se contenta, en 1732, de mettre un de ses thermomètres à côté de celui de M. de la Hire, dans la même tour de l'Observatoire, à l'abri des vents & des rayons du Soleil. En 1737, on en plaça un second entre le mur de la fenêtre septentrionale de la même tour, à l'air extérieur. On trouve dans

(r) Cependant, M. l'Abbé Nollet rapporte (*Art des Expériences, tome III, page 165*), « Enfin ( M. de Reaumur) en tenant son thermomètre dans un froid artificiel, avec un ancien thermomètre de M. de la Hire, où est marqué le froid de 1709, il avoit trouvé qu'il falloit le rapporter au quinziesme du sien, au-dessous du terme de la congélation. »

Il faut cependant remarquer que cette expérience, dont l'année n'est pas citée, n'a pu avoir lieu avant 1740, car M. de Reaumur rapporte dans les *Mémoires de l'Académie* de cette année, *page 548*, qu'il n'avoit osé la faire, crainte de mettre le thermomètre de M. de la Hire en danger d'être cassé en le détachant de son cadre, &c.

les Mémoires de l'Académie les observations correspondantes du thermomètre de M. de la Hire, de celui de M. de Reaumur, qui fut placé à côté de l'ancien depuis 1732 jusqu'en 1754, pendant vingt-deux ans, & du second placé en dehors de la même tour, depuis 1737 jusqu'en 1744. C'est d'après ces observations correspondantes que M. de Reaumur a recherché le froid de 1709; c'est-à-dire le degré où il devoit répondre à son thermomètre. Mais ces observations n'étoient pas suffisantes pour connoître ce rapport: depuis 1732 jusqu'en 1754, le froid naturel n'a jamais été assez violent pour faire descendre la liqueur jusqu'au degré où elle étoit descendue en 1709: en conséquence, il restera toujours des incertitudes sur ce sujet. Dans le temps de la construction du thermomètre de M. de la Hire, on ne connoissoit pas le calibre des tubes, ni la qualité de l'esprit-de-vin, qui, comme l'on sait, se dilate ou se condense plus ou moins. Le moyen de calibrer les tubes ne fut connu que lorsque feu M. de l'Isle, de cette Académie, publia la description de son thermomètre. (f); son moyen étoit de promener dans l'intérieur du tube un cylindre de mercure, & de le mesurer après l'avoir fait passer successivement d'un bout du tube à l'autre: les personnes qui ont calibré des tubes de cette manière, qui est la seule que l'on connoisse aujourd'hui, ont dû reconnoître combien il est difficile dans un grand nombre de tubes, d'en trouver qui soient parfaitement cylindriques.

Je rapporterai ici les recherches que M. de Reaumur a faites pour le rapport du froid de 1709 à son thermomètre: elles sont imprimées dans nos Mémoires que je citerai.

*Mémoires de l'Académie, 1730, page 503:* « Un des premiers usages qu'on a cru devoir faire des thermomètres construits sur les principes que nous avons donnés, a été de reconnoître la température des caves de l'Observatoire royal; »

---

(f) Mémoires pour servir à l'histoire & au progrès de l'Astronomie, &c. imprimés à Pétersbourg, in-4. page 270.

» on a trouvé que le degré de chaleur de ces caves étoit à 10 degrés  $\frac{1}{4}$  au-dessus du terme de la congélation. »

J'ai entre les mains un des premiers thermomètres, construit en 1730 sur les principes de M. de Reaumur, par feu M. Pitot, alors de cette Académie; l'esprit-de-vin qui le compose est coloré en rouge; ceux que j'ai vus de cette ancienne construction, n'étoient qu'à l'esprit-de-vin blanc. Cet ancien thermomètre fut construit avec soin par M. Pitot, pour feu M. Gravet de Livry son ami, Secrétaire du Roi, qui s'en servoit pour un ouvrage considérable auquel il travailloit, sur les poids & mesures du royaume. Ses manuscrits, ainsi que les poids & mesures qu'il fit construire, m'ont été donnés par Madame la marquise de Gouvernet sa sœur, le 1.<sup>er</sup> Avril 1776. J'ai trouvé dans les papiers de M. Gravet la note suivante qui constate l'origine de ce thermomètre, la voici écrite de la main de feu M. Gravet, mort en 1749.

« Un très-grand thermomètre de 5 pieds 2 pouces de longueur, sur 8 pouces de largeur, y compris le cadre de bois doré: la boule de ce thermomètre a 3 pouces 4 lignes de diamètre, & le tuyau est de 5 lignes de diamètre: ce thermomètre est des premiers de cette espèce qui aient été faits sur les principes de M. de Reaumur: c'est M. Pitot, de l'Académie royale des Sciences, qui a bien voulu prendre la peine de le faire en 1730. »

J'ai encore trouvé dans ses papiers une seconde note écrite de la main de M. Pitot: « que ce thermomètre avoit été comparé à l'Observatoire avec celui de M. de la Hire. »

Je rapporterai ici différentes expériences que j'ai faites à cet ancien thermomètre. Quatre mois après qu'il eut passé entre mes mains, je l'exposai dans mon observatoire aux rayons du Soleil; la chaleur étoit très-grande; ce fut les 3, 4 & 5 Août 1776. Je mis à côté mon thermomètre au mercure, N.<sup>o</sup> II; voici la Table correspondante des degrés de dilatation que donnèrent ces deux instrumens.

1776.	HEURES du JOUR.	THERMO- MÈTRE. n. <sup>o</sup> 11.	THERMO- MÈTRE ancien.
	H.	Deg.	Deg.
Août... 3	mat. 10	+ 40 $\frac{1}{2}$	+ 40
3	mat. 11	45	46 $\frac{1}{2}$
3	midi.	45	47
3	soir 3 $\frac{1}{2}$	35	34 $\frac{1}{2}$
3	soir 6 $\frac{1}{2}$	31	31 $\frac{1}{2}$
3	soir 10 $\frac{1}{2}$	21 $\frac{1}{3}$	23 $\frac{1}{3}$
4	mat. 4	18	18 $\frac{1}{4}$
5	mat. 4	18	18 $\frac{1}{2}$

Les trois dernières observations de cette Table furent faites à l'ombre. On voit que la marche des deux thermomètres étoit assez égale, & que depuis quarante-six ans, l'esprit-de-vin n'avoit pas été sensiblement altéré; ce qui confirme l'expérience de M. l'abbé Nollet, que je rapporterai, & détruit ce qu'a avancé Musschenbroëk, que l'esprit-de-vin, par succession de temps, perdoit une partie de sa dilatabilité.

Au mois de Septembre 1776, je détachai cet ancien thermomètre de sa planche & il y arriva un accident: l'extrémité du tube se cassa de manière à y laisser entrer de l'air, l'ouverture étoit imperceptible: pour m'assurer qu'il y avoit communication d'air, je pris de l'encre fort liquide que je mis à l'extrémité du tube, & je reconnus qu'elle filtroit dans l'intérieur.

Le thermomètre restant dans cet état: le 10 Janvier 1777, à 10 heures du matin, je le mis dans de la glace fondante avec mon thermomètre au mercure, N.<sup>o</sup> 1, pour déterminer le zéro ou la première congélation: à midi je trouvai que le thermomètre N.<sup>o</sup> 1, étoit à zéro, & que l'ancien en différoit de 1 degré  $\frac{2}{3}$  moins que ce qu'il donnoit en 1730: je

les laissai dans la glace jusqu'au lendemain dix heures du matin, ni l'un ni l'autre n'avoient changé. Cette différence de 1 degré  $\frac{2}{3}$  répondoit à 9 lignes du pied-de-roi. Je répétois encore l'expérience le même jour à 10<sup>h</sup> 40' du soir, & je trouvai la même différence : je mis un fil ciré pour constater ce nouveau point de glace à cet ancien thermomètre.

L'hiver de 1777 à 1778, j'exposai l'ancien thermomètre à une des croisées de mon appartement, & je mis à côté un de mes thermomètres n.<sup>o</sup> III, j'observai pendant l'hiver les degrés correspondans entre ces deux instrumens ; les observations me donnèrent encore à l'ancien thermomètre une nouvelle différence de 1 degré  $\frac{2}{3}$ , dont l'esprit-de-vin s'étoit évaporé : cette différence ajoutée à ce que j'avois déjà trouvé au mois de Janvier 1777, donnoit une évaporation de l'esprit-de-vin de 3 degrés  $\frac{1}{3}$  qui répondoient à 18 lignes du pied-de-roi. Une si grande différence & en si peu de tems, me détermina encore à remettre dans de la glace pilée cet ancien thermomètre avec mon thermomètre n.<sup>o</sup> II ; l'expérience fut faite le 16 Février 1778 ; elle donna la même différence 3 degrés  $\frac{1}{3}$  : je mis encore un fil ciré à l'endroit du tube ainsi déterminé, qui se trouvoit éloigné de la partie supérieure de la boule de 11 pouces 0 lignes  $\frac{1}{2}$  du pied-de-roi.

Malgré toutes ces expériences, il me restoit encore une incertitude, je craignois de m'être trompé ; pour ôter cette incertitude, je marquai sur le tube de l'ancien thermomètre, par un point rouge, le degré le plus bas de la Table précédente, 18 degrés  $\frac{1}{2}$  ; l'instrument alors, étoit dans le même état qu'en 1730. Les 10 & 11 Mars 1778, je mis dans un bain d'eau tiède le thermomètre ancien, avec mon thermomètre au mercure n.<sup>o</sup> II, qui avoit servi de comparaison aux observations de la Table : ayant fait monter la liqueur beaucoup au-delà de 18 degrés  $\frac{1}{2}$  (comme à 50), j'attendis le refroidissement du bain jusqu'au degré 18 du thermomètre n.<sup>o</sup> II ; l'ancien alors ne marquoit que 15 degrés : l'expérience faite une seconde fois, donna la même différence ; d'après toutes ces expériences, il ne reste aucun doute sur l'évaporation



de l'esprit-de-vin de cet ancien thermomètre, depuis son accident arrivé au mois de Septembre 1776.

Ces expériences font voir que pendant quarante-six ans, l'esprit-de-vin est resté dans le même état; que depuis l'accident, en trois mois de temps, l'esprit-de-vin s'étoit évaporé d'un degré  $\frac{2}{3}$ ; que dans treize mois ensuite, il s'étoit encore évaporé d'un degré  $\frac{2}{3}$ : en tout 3 degrés  $\frac{1}{3}$ , qui répondent à 18 lignes du pied-de-roi, ce qui est considérable; ces expériences m'ont paru curieuses & dignes d'être rapportées, elles font voir que l'esprit-de-vin renfermé dans un tube, scellé par les deux bouts, ne perd pas de sa dilatabilité pendant un grand nombre d'années (quarante-six ans), & que l'esprit-de-vin venant ensuite à avoir communication avec l'air extérieur, s'évapore avec une très-grande rapidité.

Un semblable thermomètre à l'esprit-de-vin blanc, de la même année 1730, existe à l'hôtel de feu M. le Duc de Chaulnes, rue d'Enfer.

Un troisième à esprit-de-vin blanc, dans le cabinet des Machines de feu M. d'Ons-en-Bray, qui est à l'Académie.

Un quatrième, de la même année 1730, est entre les mains de M. Briffon; cet Académicien en a un second qui a appartenu à M. l'abbé Nollet, construit en 1732; c'est celui qui a été employé par les Commissaires pour la recherche du froid de 1709; la température des caves de l'Observatoire, y est marquée à 10 degrés  $\frac{1}{3}$ . La nuit du 14 au 15 Février 1776, cet instrument fut remis aux caves de l'Observatoire, il donna pour la température de ces caves, 9 degrés  $\frac{7}{12}$ ; le froid de 1709, y est rapporté à 15 degrés & 15 degrés  $\frac{1}{2}$ ; celui de 1740, à 10 degrés  $\frac{1}{2}$ ; & celui de 1742, à 13 degrés  $\frac{1}{2}$ . Il étoit écrit au bas de ce thermomètre, sous la boule : *ce thermomètre a été fait en 1732, vérifié en 1748, par l'abbé Nollet.* Il paroît par la note suivante, que cette vérification ne doit s'entendre que pour le point de zéro, ou de la première congélation déterminé par la glace fondante.

*Art des expériences (tome III, page 186). M. l'abbé Nollet*

rapporte, d'après ce que Musschenbroek a dit (*Essai de Physique*, tome I, page 461), que l'esprit-de-vin par succession de temps perdoit une partie de sa dilatabilité. « Je puis répondre » (dit M. l'abbé Nollet) que cet effet n'a pas lieu au bout de » trente-cinq ans; car je garde avec soin un grand thermomètre » que j'ai construit avec M. de Reaumur, en 1732, & que » je remets de temps en temps à l'épreuve de la glace; la » liqueur revient toujours au terme de la congélation, & le » refroidissement artificiel, produit par trois parties de glace » pilée, avec un peu plus d'une partie de sel marin, la ramène aussi à 15 degrés au-dessous du terme précédent. »

*Mémoires de l'Académie*, 1733, page 430. M. de Reaumur rapporte : « nous devons avertir qu'on ne doit pas s'attendre » à trouver un certain accord entre les observations faites sur » notre thermomètre, rue Saint-Thomas du Louvre, & celles » qui sont faites à l'Observatoire. M. Maraldi a laissé le thermomètre, dont M. de la Hire se servoit dans l'endroit où il » l'avoit placé, & M. Maraldi a mis le nôtre auprès de l'autre; » ils sont tous deux dans le bas & l'intérieur d'une haute tour; » quoique cette tour ne soit pas couverte, les changemens de » l'état de l'air n'y sont ni si considérables, ni si subits qu'en » dehors, où est le thermomètre dont nous observons la marche, » rue Saint-Thomas du Louvre. »

*Mémoires de l'Académie*, 1734, page 171. « Par des » observations comparées, faites en différens temps sur le » thermomètre de l'Observatoire, le plus violent degré de froid » de cette année 1709, eût fait descendre la liqueur de nos thermomètres, à 14 degrés  $\frac{1}{4}$  ou environ. »

*Mémoires de l'Académie*, 1735, page 549. « Le thermomètre de M. de la Hire, dans la tour découverte, ne » reçoit pas le vrai degré de froid; aussi M. Maraldi se proposoit-il de plus de tenir un de nos thermomètres en dehors de cette même tour. »

*Mémoires de l'Académie*, 1740, page 547. « Nous ne » savons pas assez précisément quel fut le degré de froid de » 1709, si mémorable; le seul thermomètre connu, qui existe encore

encore, & sur lequel le plus grand froid de 1709 ait été observé, est à l'Observatoire, & a appartenu à M. de la Hire; on le conserve comme un instrument précieux, & il l'est devenu principalement par rapport à l'époque dont nous parlons. La comparaison qu'on avoit faite il y a plusieurs années de la marche avec celle du thermomètre construit sur nos principes, avoit fait estimer le plus grand froid qui se fit sentir à Paris, en 1709, égal à celui qui peut faire descendre la liqueur de notre thermomètre, à 14 degrés  $\frac{1}{4}$ , ou 14 degrés  $\frac{1}{2}$  au-dessous de la congélation; mais ayant eu depuis occasion de comparer la marche de cet ancien thermomètre, & celle du nouveau dans des degrés qui étoient plus au-dessous de celui de la congélation, que ceux qui avoient servi à faire la première comparaison, on a jugé que le froid de l'année 1709, eût fait descendre la liqueur de notre thermomètre, à 15 degrés  $\frac{1}{4}$ , ou à 15 degrés  $\frac{1}{2}$  au-dessous de la congélation.

On pourroit avoir ce terme avec une toute autre précision que celle que donne une estime toujours sujette à quelque erreur: il n'y auroit qu'à tenir les boules de l'un & de l'autre thermomètre dans un même vase rempli de glace pilée, & faire naître dans cette glace, par les moyens que nous avons enseignés ailleurs, un froid qui fit descendre la liqueur du thermomètre de M. de la Hire, au terme où elle descendit en 1709; celui où la liqueur du nôtre seroit descendue alors, seroit pareillement celui où elle seroit descendue en 1709. Si cette expérience n'a pas encore été faite, ce n'est pas parce qu'elle est difficile à faire; mais on a craint d'exposer à quelque risque le thermomètre de M. de la Hire, en l'ôtant de dessus son cadre, & en le maniant & remaniant autant de fois que l'expérience le demanderoit; & un instrument qui nous donne de si anciennes mesures ne sauroit être conservé avec trop de soin: d'ailleurs, il y a apparence qu'on ne se trompe que de très-peu, soit par excès, soit par défaut, lorsque par les dernières observations qui ont été faites, on a conclu que la liqueur de notre thermomètre fût descendue pendant le plus

» grand froid de 1709 à 15 degrés  $\frac{1}{4}$ , ou 15 degrés  $\frac{1}{2}$ ; ce froid  
 » fut considérablement supérieur à celui de 1740, puisque  
 » dans cette dernière année la liqueur n'a pas été plus bas qu'à  
 10 degrés  $\frac{1}{4}$ . »

*Mém. de l'Académie, 1749, page 2 :* M. de l'Isle rapporte un détail du thermomètre de M. de la Hire : « L'un des  
 » plus anciens thermomètres que l'on puisse comparer avec ceux  
 » dont on se sert présentement, est celui que M. de la Hire fit  
 » faire par le sieur Lubin il y a plus de soixante-dix ans; il est  
 » rempli d'esprit-de-vin coloré & scellé hermétiquement : la  
 » boule a environ deux pouces de diamètre, & le tuyau près  
 » de quatre pieds de longueur, sur une ligne à peu-près de  
 diamètre intérieur. »

J'ai extrait de même des Mémoires de l'Académie les observations qui ont été faites au-dessous du terme de la première congélation au thermomètre de M. de la Hire, depuis 1732 jusqu'en 1754, avec les observations correspondantes au thermomètre de M. de Reaumur, qui étoit placé dans la tour, à côté de l'ancien & de celui qui étoit en dehors : d'après ces observations correspondantes & comparées, je rechercherai le degré de froid au thermomètre de M. de Reaumur. J'ai extrait également de nos Mémoires tout ce qui concernoit le thermomètre de M. de la Hire, pour le terme de la glace & pour la température des caves de l'Observatoire royal, depuis 1700 jusqu'en 1745.

TABLE des OBSERVATIONS recueillies des Mémoires  
de l'Académie.

ANNÉES des MÉMOIRES de l'Acad.	MOIS des ANNÉES.	JOURS des MOIS.	THERM. de LA HIRE.	THERMOM. de REAUMUR.	THERMOM. de REAUMUR.	ANNÉES des MÉMOIRES de l'Acad.	TERME de la Glace.	CAVES de l'Observ.
Années.	Mois.	Jours.	Deg.	Deg.	Deg.	Années.	Deg.	Deg.
1732	Janvier...	26	19,9	— 6,0				
1732	Janvier...	27	21,6	— 5,0				
1733	Janvier...	31	26,6	— 1,9				
1734	Janvier...	23	23,6	— 4,0		1700	....	38
1734	Janvier...	25	24,6	— 3,6		1701	....	48
1734	Janvier...	28	28,0	— 1,0		1702	30	
1734	Janvier...	29	24,6	— 3,0		1703	....	48
1734	Novemb.	30	22,6	— 5,6		1704	32	48
1735	Février...	5	27,0	— 1,6		1705	32	48
1735	Décembre	23	26,6	— 1,8		1706	32	48
1735	Décembre	24	28,6	— 1,3		1707	32	48
1736	Janvier...	3	25,6	— 3,3		1708	32	48
1736	Février...	24	24,0	— 3,6		1709	32	48
1737	Décembre	29	25,0	— 3,0	— 4,0	1710	....	48
1738	Janvier...	8	21,6	— 5,8	— 6,0	1711	32	48
1739	Novemb.	24	27,6	.....	— 3,6	1712	32	48
1739	Novemb.	25	26,6	.....	— 4,0	1713	32	48
1739	Novemb.	26	26,0	.....	— 4,0	1714	32	48
1739	Novemb.	27	23,0	.....	— 5,0	1715	....	48
1740	Janvier...	10	14,0	— 10,0	— 11,0	1716	....	48
1741	Janvier...	26	18,0	— 7,0	— 8,0	1717	32	48
1742	Janvier...	10	8,10	— 12,1 $\frac{1}{2}$	— 14,6	1718	32	48
1743	Janvier...	7	22,0	— 4,0	— 5,6	1719	....	48
1743	Février...	4	28,0	— 0,6	— 2,0	1720	....	48
1743	Décembre	24	27,4	— 1,8	— 2,6	1721	....	48
1744	Janvier...	11	21,6	— 5,1 $\frac{1}{2}$	— 7,0	1722	....	48
1744	Janvier...	14	20,0	.....	— 8,0	1723	....	48
1745	Janvier...	14	11,6	— 10,3		1724	....	48
1746	Février...	15	18,8	— 7,3		1727	31	48
1747	Janvier...	14	12,0	— 11,9		1735	31	48
1748	Janvier...	13	12,6	— 10,1 $\frac{1}{2}$		1736	30	
1749	Février...	9	18,0	— 6,9		1737	30	
1750	Janvier...	6	19,9	— 5,6		1739	30	
1751	Février...	10	11,3	— 10,0		1745	29 $\frac{3}{4}$	45
1752	Janvier...	16	20,0	— 5,3				
1753	Janvier...	27	11,0	— 9,3				
1754	Janvier...	8	11,6	— 12,0				

Les observations du froid, depuis 1732 jusqu'à 1743, furent faites par M. Maraldi, excepté celle de 1738 faite par M. Cassini. Depuis 1743 à 1754, elles le furent par M. de Fouchy.

Depuis 1700 jusqu'en 1719, les observations du terme de la glace & de la température des caves de l'Observatoire sont rapportées dans les Mémoires par M. de la Hire; depuis 1719 jusqu'en 1739, par M. Maraldi; & l'année 1745, par M. de Fouchy, qui dit: « il est à observer que dans cet » ancien thermomètre, la température moyenne des caves de l'Observatoire répond à 45 degrés, & la congélation à  $29^{\frac{3}{4}}$ . »

M. de la Hire, dans les Mémoires de l'Académie de 1700, *page* 7, parlant de son thermomètre, rapporte: « Le thermomètre dont je me sers pour les observations du chaud & du » froid, est placé dans la tour orientale de l'Observatoire, laquelle » est découverte; en sorte qu'il est à l'abri du vent, & que le » Soleil ne donne jamais sur la boule, ni sur le tuyau. Après » l'avoir laissé quelques jours dans le fond de la cave de » l'Observatoire, j'ai trouvé que l'esprit-de-vin y étoit demeuré à la hauteur de trente-huit parties. » Il a voulu dire, sans doute quarante-huit.

J'ai calculé d'après ces observations, qui sont les seules, que je sache, qui puissent servir à déterminer & à faire connoître à peu-près le froid de l'hiver de 1709 au thermomètre de M. de Reaumur; je dis à peu-près, parce que l'on ne connoissoit pas le calibre du tube du thermomètre de M. de la Hire, ni la qualité de l'esprit-de-vin dont il étoit composé. On trouve aussi dans cette Table des observations correspondantes qui varient beaucoup entr'elles: quoique les deux thermomètres fussent mis à côté l'un de l'autre, ils ne donnoient pas toujours également le même degré de froid; par exemple, le 10 Janvier 1742, le thermomètre de M. de la Hire, donna 8 degrés  $\frac{10}{12}$ ; & celui de M. de Reaumur, placé à côté, 12 degrés 1 douzième  $\frac{1}{2}$ . En 1754, celui de M. de la Hire donna 11 degrés  $\frac{1}{2}$ , & celui de M. de Reaumur 12. Pour rendre plus sensibles les inégalités de ces observations, j'en rapporterai ici quelques-unes sur les plus grands froids observés.

ANNÉES des MÉMOIRES de l'Académ.	MOIS des ANNÉES.	JOURS des MOIS.	THERM. de la HIRE.	THERM. de REAUMUR.
<i>Années.</i>	<i>Mois.</i>	<i>Jours.</i>	<i>Degrés.</i>	<i>Degrés.</i>
1740	Janvier...	10	14,0	— 10,0
1742	Janvier...	10	8,10 $\frac{1}{2}$	— 12,1 $\frac{1}{2}$
1745	Janvier...	14	11,6	— 10,3
1747	Janvier...	14	12,0	— 11,9
1748	Janvier...	13	12,6	— 10,1 $\frac{1}{2}$
1751	Février...	10	11,3	— 10,0
1753	Janvier...	27	11,0	— 9,3
1754	Janvier...	8	11,6	— 12,0

Comme la colonne de la Table qui contient le terme de la congélation ou de la glace, varie, qu'elle est rapportée au thermomètre de M. de la Hire de 32 & de 29 degrés  $\frac{3}{4}$ , j'ai supposé que ce point étoit 32, & j'ai comparé à ce degré tous les degrés de froid observés sur le thermomètre de M. de la Hire, avec les observations correspondantes, faites au thermomètre de M. de Reaumur, ce qui m'a donné, pour le froid de 1709, le résultat de la colonne VII de la Table I qui est à la fin de ce Mémoire.

La colonne VIII, est le résultat du froid de 1709, ayant supposé le terme de la congélation du thermomètre de M. de la Hire, à 29 degrés  $\frac{3}{4}$ .

Pour la température des caves de l'Observatoire, elle est rapportée dans la Table précédente, de 48 & de 45 degrés. J'ai supposé dans mes calculs 48 degrés, & j'ai comparé à ce degré toutes les observations, ce qui a donné beaucoup d'inégalité dans les résultats, pour le degré de froid de 1709, représenté dans la colonne IX.

La colonne X représente le froid de 1709 au thermomètre de M. de Reaumur, d'après la supposition de la tem-

pérature des caves, de 45 degrés, au thermomètre de M. de la Hire: l'on voit dans cette colonne beaucoup d'inégalités, comme dans la précédente IX.

J'ai ensuite comparé chaque observation des plus grands froids observés, avec le degré de froid marqué en 1709, de 5 degrés au thermomètre de M. de la Hire. J'ai trouvé des quantités fort approchantes. Le froid du N.<sup>o</sup> 18, comparé aux observations, a donné, pour le froid de 1709, le résultat de la colonne XI.

Le froid du N.<sup>o</sup> 32, comparé de même, a donné le résultat du froid de 1709, au thermomètre de M. de Reaumur, colonne XII.

Le froid du N.<sup>o</sup> 25, celui de la colonne XIII.

Le froid du N.<sup>o</sup> 24, celui de la colonne XIV.

Le froid du N.<sup>o</sup> 26, celui de la colonne XV.

Le froid du N.<sup>o</sup> 16, celui de la colonne XVI.

Le froid du N.<sup>o</sup> 29, celui de la colonne XVII.

Le froid du N.<sup>o</sup> 31, celui de la colonne XVIII.

Le froid des N.<sup>os</sup> 18, 25 & 32, ayant donné, par un terme moyen, des degrés de froid presque égaux au thermomètre de M. de Reaumur, il en a résulté la colonne XIX pour le froid de 1709, au thermomètre de M. de Reaumur.

J'ai employé de même les froids observés des N.<sup>os</sup> 16, 23, 26 & 29, & il en a résulté, pour le froid de 1709, la colonne XX.

J'ai de même pris un milieu entre les deux observations des N.<sup>os</sup> 25 & 32, ce milieu comparé à toutes les observations du froid correspondant, a donné, pour le froid de 1709, au thermomètre de M. de Reaumur, le résultat de la colonne XXI.

Et enfin, ayant pris un milieu entre les observations des N.<sup>os</sup> 23 & 29, comparés à chacune des autres observations, j'ai trouvé le résultat de la colonne XXII qui exprime le froid de 1709, au thermomètre de M. de Reaumur.



*RÉSULTAT de la Table I, qui détermine le Froid de 1709, au thermomètre de M. de Reaumur, placé à côté de celui de M. de la Hire; par un milieu pris, de ce que donne chaque colonne.*

NUMÉROS des COLONNES.	MILIEU de chaque COLONNE.	NOMBRE des DÉTERM.	
	<i>Degrés.</i>		
VII.	— 13,2	25	ayant rejeté les n. <sup>os</sup> 3, 6, 9, 10, 11, 20 & 21. en rejetant le n. <sup>o</sup> 20. à rejeter comme s'éloignant trop. à rejeter pour la même raison.
VIII.	— 15,0	31	
IX.	— 8,0	32	
X.	— 8,4	32	
XI.	— 14,5	28	
XII.	— 16,6	27	
XIII.	— 16,8	25	
XIV.	— 13,8	25	
XV.	— 14,4	24	
XVI.	— 16,11	24	
XVII.	— 13,1	24	
XVIII.	— 11,9	24	
XIX.	— 15,5	25	
XX.	— 14,2	24	
XXI.	— 16,7	25	
XXII.	— 13,4	24	

En rejetant le résultat des deux colonnes IX & X, & prenant un milieu entre les autres résultats, on trouve pour le froid de 1709, au thermomètre de M. de Reaumur, 14 degrés  $\frac{8}{12}$ , milieu pris entre trois cents cinquante-cinq déterminations pour le froid de 1709.

Si l'on rejette encore le résultat de la colonne XVIII, qui donne 11 degrés  $\frac{9}{12}$ , comme trop disproportionné avec

les autres, il résultera pour le froid de 1709 au thermomètre de M. de Reaumur, placé à côté de celui de M. de la Hire, 15<sup>d</sup>, milieu pris entre trois cents trente-une déterminations.

J'ai ensuite recherché le degré de froid de 1709 au second thermomètre de M. de Reaumur, qui étoit placé à l'air libre hors de la tour de l'Observatoire, depuis 1737 jusqu'en 1744, & dont les observations étoient correspondantes à celles faites en même temps au thermomètre de M. de la Hire, placé dans la tour. Voici ce que j'ai trouvé, rapporté dans la Table II.

TABLE II. *Contenant les recherches du Froid de 1709, par les Observations correspondantes du second Thermomètre de M. de Reaumur, placé à l'air libre depuis 1737 jusqu'en 1744.*

I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.
NUM. des OBSERV.	ANNÉES des MÉMOIRES de l'Académie.	MOIS des ANNÉES.	JOURS des MOIS.	FROID observé au THERM. de la HIRE.	FROID observé au THERM. de REAUMUR.	FROID de 1709, d'après le N. <sup>o</sup> 9.	FROID de 1709, d'après le N. <sup>o</sup> 7.	FROID de 1709, d'après le N. <sup>o</sup> 14.	FROID de 1709, d'après le N. <sup>o</sup> 8.	FROID de 1709; d'après les N. <sup>os</sup> 1, 8 & 14.	FROID de 1709, d'après les N. <sup>os</sup> 1, 4 & 5.
	<i>Années.</i>	<i>Mois.</i>	<i>Jours.</i>	<i>Deg.</i>	<i>Deg.</i>	<i>Deg.</i>	<i>Deg.</i>	<i>Deg.</i>	<i>Deg.</i>	<i>Deg.</i>	<i>Deg.</i>
1	1737	Déc...	29	25,0	— 4,0	—17,0	—16,9	— 20,0	—15,5	— 17,4	
2	1738	Janv...	8	21,6	— 6,0	—17,2	—17,0	.....	—15,5	— 12,2	—13,8
3	1739	Nov...	24	27,6	— 3,6	—16,10	—16,0	— 17,0	—14,2	— 15,5	
4			25	26,6	— 4,0	—16,10	—16,1	— 17,3	—14,1	— 15,6	
5			26	26,0	— 4,0	—16,11	—16,3	— 18,0	—14,6	— 16,0	
6			27	23,0	— 5,0	—17,1	—17,0	.....	—15,10	— 18,6	—11,4
7	1740	Janv..	10	14,0	— 11,0	—17,2	.....	.....	.....	.....	—16,4
8	1741	Janv..	26	18,0	— 8,0	—17,3	—17,9	.....	.....	.....	—14,8
9	1742	Janv..	10	8,10	— 14,6	.....	.....	.....	.....	.....	—16,11
10	1743	Janv..	7	22,0	— 5,6	—17,2	—17,2	.....	—16,1	— 19,8	—12,2
11		Févr..	4	28,0	— 2,0	—17,0	—16,9	— 19,3	.....	— 17,4	
12		Déc...	24	27,4	— 2,6	—17,0	—16,9	— 19,3	—15,8	— 17,3	
13	1744	Janv...	11	21,6	— 7,0	—16,10	—15,10	— 18,0	—11,9	— 13,7	—18,5
14			14	20,0	— 8,0	—16,9	—15,6	.....	.....	.....	—18,3
MILIEU.....						—17,1	—16,7	— 17,5	—15,2	— 17,0	—15,3

Pour

Pour la colonne VII de cette Table, j'ai employé l'observation du 10 Janvier 1742, *n.º* 9, que j'ai comparée aux autres observations, en partant du degré de froid observé en 1709 au thermomètre de M. de la Hire, ce qui a donné le résultat que contient cette colonne.

J'ai employé de même l'observation *n.º* 7, ce qui a donné la colonne VIII.

L'observation du *n.º* 14 a donné la colonne IX.

L'observation du *n.º* 8 la colonne X; ayant rejeté de cette colonne, la détermination de 11,9, comme trop différente des autres, pour pouvoir prendre un milieu.

Pour la colonne XI, je suis parti de deux observations correspondantes qui donnèrent, dans des années différentes, 8 degrés de froid au thermomètre de M. de Reaumur: ayant pris un milieu entr'elles & entre les observations au thermomètre de M. de la Hire, j'ai comparé ce degré au moyen avec les autres degrés de froids observés, correspondans, & il en a résulté ce que contient cette colonne XI, pour le froid de 1709.

J'ai employé de même, pour la colonne XII, les trois observations des *n.ºs* 1, 4 & 5, qui donnoient, dans des années différentes, le même degré de froid, 4 degrés au thermomètre de M. de Reaumur.

J'ai recherché aussi le degré de froid de 1709 au second thermomètre de M. de Reaumur, d'après le terme de la glace: l'ayant supposé à l'ancien de 32 degrés, j'ai trouvé (comme je le rapporte dans la Table ci-après, sous le *n.º* 1) 16 degrés 7 douzièmes, par treize combinaisons; ayant rejeté le *n.º* 3 des observations, comme trop différent.

J'ai ensuite supposé le terme de la glace de 29 degrés  $\frac{3}{4}$ , & j'ai trouvé, *n.º* 2, 17 degrés 6 douzièmes, par six combinaisons, ayant rejeté les *n.ºs* 1, 3, 4, 5, 11, 12, 13 & 14 des observations, qui étoient trop différens.

J'ai recherché ensuite le degré de froid de 1709 au thermomètre de M. de Reaumur, en supposant que l'ancien donnoit la température des caves de l'Observatoire royal, de

48 degrés; j'ai trouvé par quatorze combinaisons, n.<sup>o</sup> 3; 9 degrés 7 douzièmes.

Ayant supposé encore à l'ancien thermomètre, 45 degrés pour la température de ces caves, il est résulté des calculs quatorze combinaisons, qui ont donné, n.<sup>o</sup> 4, 10 degrés.

Voici la Table de ces résultats & ceux de la seconde Table, qui détermine le froid de 1709 au second thermomètre de M. de Reaumur, placé en dehors de la tour de l'Observatoire, à l'air libre.

NUMÉROS des COLONNES.	RÉSULTAT des COLONNES.	NOMBRE des DÉTERM.
	<i>Deg. 12.<sup>me</sup></i>	
VII.	— 17,1	13
VIII.	— 16,7	12
IX.	— 17,5	7
X.	— 15,2	8
XI.	— 17,0	10
XII.	— 15,3	8
1	— 16,7	13
2	— 17,6	6
3	— 9,7	14
4	— 10,0	14

En prenant un milieu entre les résultats de cette Table, il en résulte, pour le froid de 1709, 15 degrés 2 douzièmes; milieu de cent cinq déterminations.

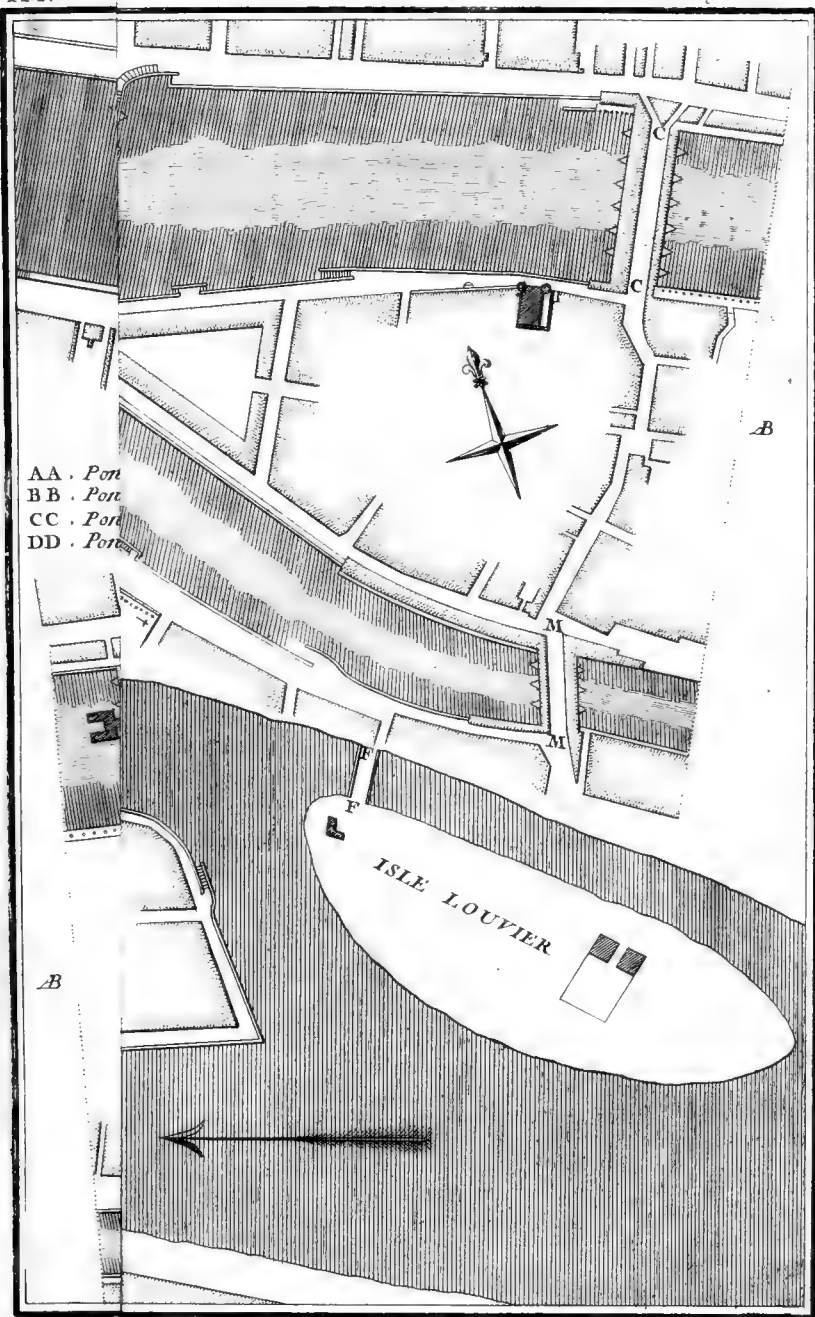
#### RÉCAPITULATION du Froid de 1709.

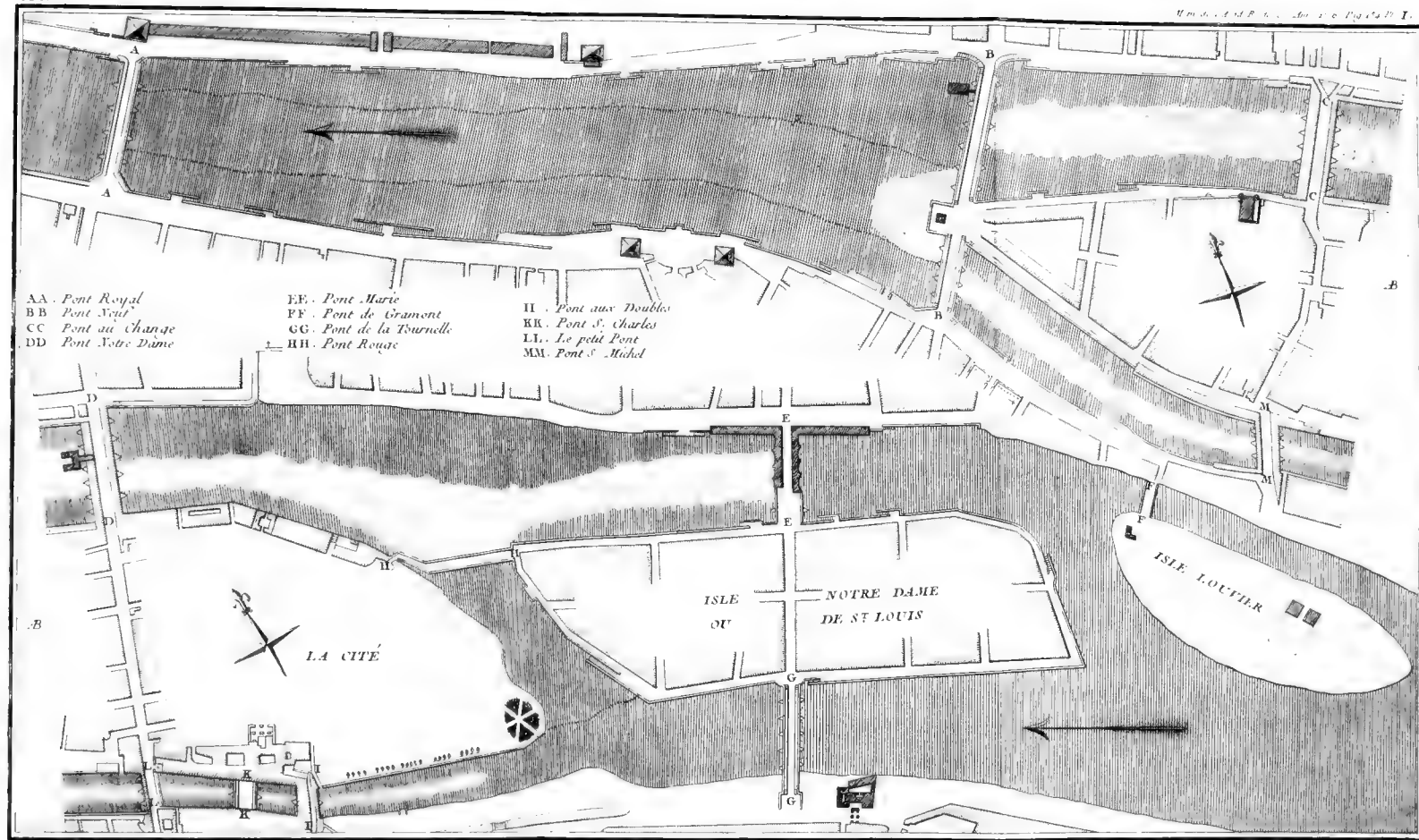
Au premier thermomètre de M. de Reaumur qui étoit placé à côté de l'ancien.

14 degrés  $\frac{8}{12}$ , milieu pris entre trois cents cinquante-cinq déterminations.

15 degrés  $\frac{0}{12}$ , milieu pris entre trois cents trente-une déterminations.

14 degrés  $\frac{10}{12}$ , milieu pour le froid de 1709.





Donnée par le P. de la Rivière de St. Louis.

La Rivière est divisée en deux parties qui peuvent se rejoindre par les lignes en points B.B.

## TABLE de celui de M. de la Hire, depuis 1732 jusqu'en 1754.

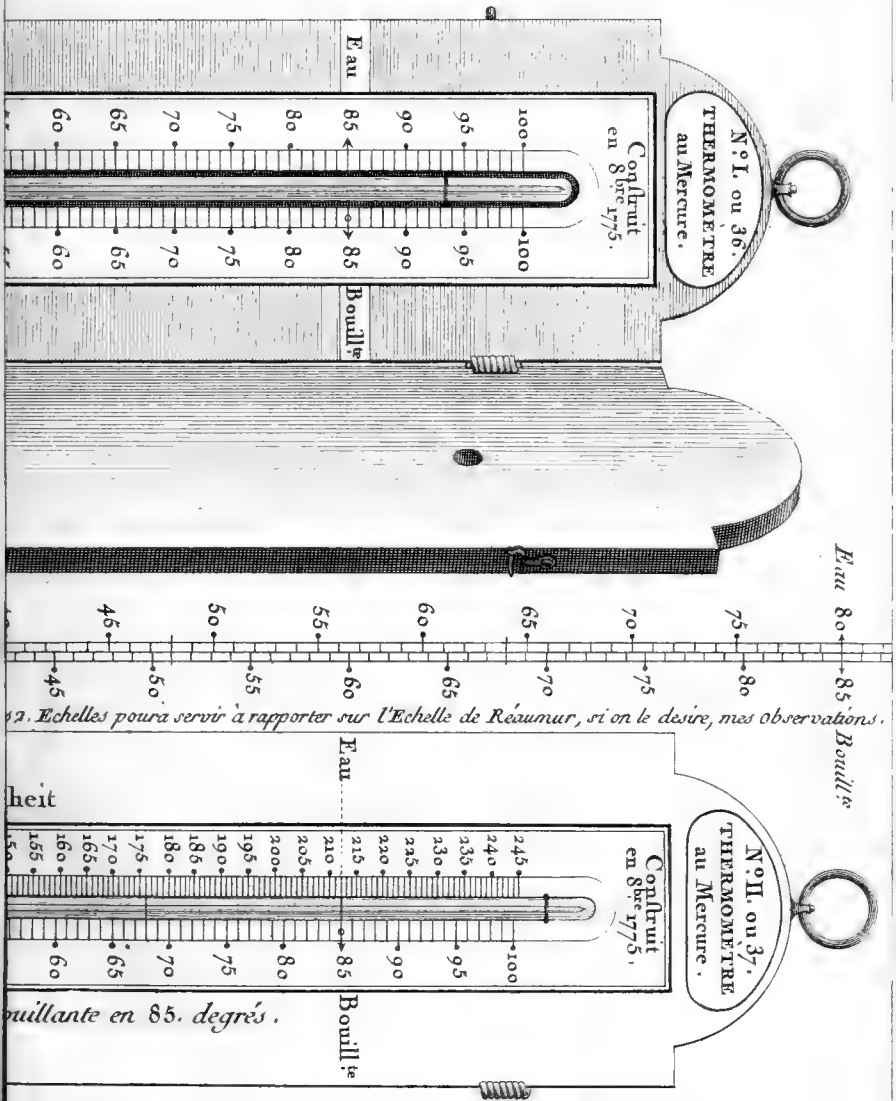
I.	XVI.	XVII.	XVIII.	XIX.	XX.	XXI.	XXII.
N. <sup>os</sup> des OBS.	FROID de 1709, d'après le N. <sup>o</sup> 16.	FROID de 1709, d'après le N. <sup>o</sup> 29.	FROID de 1709, d'après le N. <sup>o</sup> 31.	FROID de 1709, déduit des N. <sup>os</sup> 18, 25 & 32.	FROID de 1709, déduit des N. <sup>os</sup> 16, 23, 26 & 29.	FROID de 1709, déduit des N. <sup>os</sup> 25 & 32.	FROID de 1709, déduit des N. <sup>os</sup> 23 & 29.
Numéros.	D. Déc.	D. Déc.	D. Déc.	D. Déc.	D. Déc.	D. Déc.	D. Déc.
1	— 16,3	— 12,11	— 11,6	— 15,9	— 14,1	— 16,9	— 13,3
2	— 16,0	— 13,1	— 11,8	— 15,8	— 14,2	— 16,7	— 13,4
3	— 15,8	— 13,5	— 12,2	— 15,8	— 14,5	— 16,5	— 13,7
4	— 15,8	— 13,1	— 11,9	— 15,7	— 14,1	— 16,4	— 13,4
5	— 15,7	— 13,1	— 11,10	— 15,6	— 14,1	— 16,3	— 13,4
6	— 15,9	— 13,4	— 12,2	— 15,7	— 14,4	— 16,4	— 13,7
7	— 16,0	— 13,4	— 12,0	— 15,8	— 14,4	— 16,6	— 13,6
8	— 14,9	— 12,6	— 11,3	— 15,1	— 13,5	— 15,11	— 12,9
9	— 15,11	— 13,5	— 12,2	— 15,8	— 14,3	— 16,5	— 13,7
10	— 15,9	— 13,5	— 12,2	— 15,9	— 14,5	— 16,6	— 13,8.
11	— 15,5	— 13,2	— 12,0	— 15,5	— 14,1	— 16,1	— 13,5
12	— 15,3	— 13,0	— 11,9	— 15,4	— 13,11	— 16,1	— 13,2
13	— 15,10	— 13,2	— 11,11	— 15,8	— 14,3	— 16,6	— 13,5
14	— 15,9	— 13,2	— 11,11	— 15,7	— 14,2	— 16,4	— 13,5
15	— 15,3	— 12,8	— 11,4	— 15,4	— 13,7	— 16,2	— 12,11
16	.....	.....	.....	— 15,6	.....	— 17,5	
17	— 16,9	— 12,9	— 11,2	— 15,11	— 14,1	— 17,1	— 13,1
18							
19	— 16,9	— 13,6	— 12,1	— 16,0	— 14,8	— 17,0	— 13,9
20	— 16,1	— 13,7	— 12,4	— 15,9	— 14,7	— 16,7	— 13,9
21	— 15,7	— 13,3	— 12,0	— 15,6	— 14,2	— 16,3	— 13,5
22	— 15,10	— 13,0	— 11,8	— 15,7	— 14,0	— 16,6	— 13,3
23							
24	— 15,4	— 12,4	— 10,10	— 15,5	— 13,4	— 16,4	— 12,8
25							
26							
27	— 17,4	— 13,0	— 11,5	— 16,1	— 14,5	— 17,4	— 13,4
28	— 17,0	— 13,4	— 11,10	— 16,1	— 14,7	— 17,2	— 13,7
29							
30	— 17,2	— 13,5	— 11,11	— 16,2	— 14,8	— 17,3	— 13,8
31							
32							
	— 16,11	— 13,1	— 11,9	— 15,8	— 14,2	— 16,7	— 13,4

TABLE I, représentant les résultats du Froid de 1709, au 1.<sup>er</sup> Thermomètre de M. de Reaumur, qui avoit été placé à côté de celui de M. de la Hire, depuis 1732 j<sup>us</sup>qu'en 1754.

I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.	XIII.	XIV.	XV.	XVI.	XVII.	XVIII.	XIX.	XX.	XXI.	XXII.
N. <sup>os</sup> des OBS.	ANNÉES des Mémoires de L'ACAD.	MOIS des ANNÉES.	JOURS des MOIS.	FROID observé, Therm. la HIRE.	FROID observé, Therm. REAUMUR.	FROID de 1709, terme de la glace, 32 <sup>d</sup>	FROID de 1709, terme de la glace 29 <sup>d</sup> $\frac{1}{4}$	FROID de 1709, températ. caves 48 <sup>d</sup>	FROID de 1709, températ. caves 45 <sup>d</sup>	FROID de 1709, d'après le N. <sup>o</sup> 18.	FROID de 1709, d'après le N. <sup>o</sup> 32.	FROID de 1709, d'après le N. <sup>o</sup> 25.	FROID de 1709, d'après le N. <sup>o</sup> 23.	FROID de 1709, d'après le N. <sup>o</sup> 26.	FROID de 1709, d'après le N. <sup>o</sup> 16.	FROID de 1709, d'après le N. <sup>o</sup> 29.	FROID de 1709, d'après le N. <sup>o</sup> 31.	FROID de 1709, déduit des N. <sup>os</sup> 18, 25 & 32.	FROID de 1709, déduit des N. <sup>os</sup> 16, 23, 26 & 29.	FROID de 1709, déduit des N. <sup>os</sup> 25 & 32.	FROID de 1709, déduit des N. <sup>os</sup> 23 & 29.
Nombres	Années	M.	J.	D. D.	D. D.	D. D.	D. D.	D. D.	D. D.	D. D.	D. D.	D. D.	D. D.	D. D.	D. D.	D. D.	D. D.	D. D.	D. D.	D. D.	D. D.
1	1732.	Janvier...	26	19,9	— 6,0	— 13,3	— 14,10	— 9,1	— 9,5	— 14,8	— 16,9	— 16,11	— 13,7	— 14,4	— 16,3	— 12,11	— 11,6	— 15,9	— 14,1	— 16,9	— 13,3
2	1732.	Janvier...	27	21,6	— 5,0	— 12,10	— 15,0	— 8,1	— 8,6	— 14,8	— 16,7	— 16,9	— 13,8	— 14,4	— 16,0	— 13,1	— 11,8	— 15,8	— 14,2	— 16,7	— 13,4
3	1733.	Janvier...	31	26,6	— 1,9	— 8,7	— 13,4	— 3,6	— 3,9	— 14,9	— 16,5	— 16,7	— 13,11	— 14,7	— 15,8	— 13,5	— 12,2	— 15,8	— 14,5	— 16,5	— 13,7
4	1734.	Janvier...	23	23,6	— 4,0	— 12,9	— 15,10	— 7,0	— 8,5	— 14,3	— 16,4	— 16,6	— 13,8	— 14,3	— 15,8	— 13,1	— 11,9	— 15,7	— 14,1	— 16,4	— 13,4
5	1734.	Janvier...	25	24,6	— 3,6	— 12,7	— 16,6	— 6,5	— 6,10	— 14,3	— 16,3	— 16,4	— 13,8	— 14,3	— 15,7	— 13,1	— 11,10	— 15,6	— 14,1	— 16,3	— 13,4
6	1734.	Janvier...	28	28,0	— 1,0	— 6,9	— 14,2	— 2,2	— 2,4	— 14,5	— 16,4	— 16,0	— 13,11	— 14,6	— 15,9	— 13,4	— 12,2	— 15,7	— 14,4	— 16,4	— 13,7
7	1734.	Janvier...	29	24,6	— 3,0	— 10,10	— 14,2	— 5,6	— 5,10	— 14,5	— 15,7	— 16,8	— 13,11	— 14,7	— 16,0	— 13,4	— 12,0	— 15,8	— 14,4	— 16,6	— 13,6
8	1734.	Novembre.	30	22,6	— 5,6	— 15,8	— 18,9	— 9,3	— 9,9	— 14,0	— 15,10	— 15,11	— 13,1	— 13,7	— 14,9	— 12,6	— 11,3	— 15,1	— 13,5	— 15,11	— 12,9
9	1735.	Février...	5	27,0	— 1,6	— 8,1	— 13,6	— 3,1	— 3,4	— 14,5	— 16,5	— 16,7	— 13,11	— 14,6	— 15,11	— 13,5	— 12,2	— 15,8	— 14,3	— 16,5	— 13,7
10	1735.	Décembre.	23	26,6	— 1,8	— 8,2	— 12,8	— 3,4	— 3,7	— 14,5	— 16,6	— 16,7	— 14,0	— 14,7	— 15,9	— 13,5	— 12,2	— 15,9	— 14,5	— 16,6	— 13,8
11	1735.	Décembre.	24	28,6	— 1,3	— 9,8	— 14,9	— 2,6	— 3,1	— 14,3	— 16,1	— 16,2	— 13,8	— 14,3	— 15,5	— 13,2	— 12,0	— 15,5	— 14,1	— 16,1	— 13,5
12	1736.	Janvier...	3	25,6	— 3,3	— 11,6	— 18,11	— 6,3	— 6,8	— 14,2	— 16,1	— 16,2	— 13,6	— 14,0	— 15,3	— 13,0	— 11,9	— 15,4	— 13,11	— 16,1	— 13,2
13	1736.	Février...	24	24,0	— 3,6	— 11,10	— 15,1	— 6,3	— 6,8	— 14,4	— 16,5	— 16,7	— 13,10	— 14,5	— 15,10	— 13,2	— 11,11	— 15,8	— 14,3	— 16,6	— 13,5
14	1737.	Décembre.	29	25,0	— 3,0	— 11,7	— 15,8	— 5,7	— 6,0	— 14,4	— 16,4	— 16,6	— 13,9	— 14,4	— 15,9	— 13,2	— 11,11	— 15,7	— 14,2	— 16,4	— 13,5
15	1738.	Janvier...	8	21,6	— 5,8	— 14,7	— 17,0	— 9,2	— 9,8	— 14,1	— 16,1	— 16,3	— 13,3	— 13,10	— 15,3	— 12,8	— 11,4	— 15,4	— 13,7	— 16,2	— 12,11
16	1740.	Janvier...	10	14,0	— 10,0	— 15,0	— 15,8	— 12,8	— 12,11	— 13,9	— 17,2	— 17,10	— 13,1	.....	.....	.....	.....	— 15,6	.....	— 17,5	.....
17	1741.	Janvier...	26	18,0	— 7,0	— 13,6	— 14,9	— 10,1	— 10,4	— 14,4	— 17,0	— 17,4	— 13,6	— 14,4	— 16,9	— 12,9	— 11,2	— 15,11	— 14,1	— 17,1	— 13,1
18	1742.	Janvier...	10	8,10 $\frac{1}{2}$	— 12,1 $\frac{1}{2}$	— 14,1	— 14,4	— 13,4	— 13,4	— 14,6	— 16,11	— 17,2	— 14,1	— 14,11	— 16,9	— 13,6	— 12,1	— 16,0	— 14,8	— 17,0	— 13,9
19	1743.	Janvier...	7	22,0	— 4,0	— 10,10	— 12,9	— 6,7	— 7,0	— 14,6	— 16,11	— 17,2	— 14,1	— 14,11	— 16,9	— 13,6	— 12,1	— 16,0	— 14,8	— 17,0	— 13,9
20	1743.	Février...	4	28,0	— 0,6	— 3,5	— 7,1	— 1,1	— 1,2	— 14,6	— 16,6	— 16,8	— 14,1	— 14,9	— 16,1	— 13,7	— 12,4	— 15,9	— 14,7	— 16,7	— 13,9
21	1743.	Décembre.	24	27,4	— 1,8	— 9,8	— 17,1	— 3,6	— 3,10	— 14,4	— 16,3	— 16,4	— 13,9	— 14,4	— 15,7	— 13,3	— 12,0	— 15,6	— 14,2	— 16,3	— 13,5
22	1744.	Janvier...	11	21,6	— 5,1 $\frac{1}{2}$	— 13,2	— 15,4	— 9,9	— 8,8	— 14,3	— 16,6	— 16,7	— 13,7	— 14,3	— 15,10	— 13,0	— 11,8	— 15,7	— 14,0	— 16,6	— 13,3
23	1745.	Janvier...	14	11,6	— 10,3	— 13,6	— 13,11	— 12,1	— 12,3	— 14,11	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
24	1746.	Février...	15	18,8	— 7,3	— 14,8	— 16,2	— 9,11	— 11,0	— 14,1	— 16,4	— 16,6	— 13,0	— 13,7	— 15,4	— 12,4	— 10,10	— 15,5	— 13,4	— 16,4	— 12,8
25	1747.	Janvier...	14	12,0	— 11,9	— 15,10	— 16,5	— 14,0	— 14,3	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
26	1748.	Janvier...	13	12,6	— 10,1 $\frac{1}{2}$	— 14,1	— 14,6	— 12,3	— 12,5	— 14,3	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
27	1749.	Février...	9	18,0	— 6,9	— 13,0	— 14,3	— 9,8	— 10,0	— 14,5	— 17,3	— 17,7	— 13,9	— 14,8	— 17,4	— 13,0	— 11,5	— 16,1	— 14,5	— 17,4	— 13,4
28	1750.	Janvier...	6	19,9	— 5,6	— 12,2	— 13,7	— 8,5	— 8,9	— 14,6	— 17,1	— 17,5	— 14,0	— 14,10	— 17,0	— 13,4	— 11,10	— 16,1	— 14,7	— 17,2	— 13,7
29	1751.	Février...	10	11,3	— 10,0	— 13,0	— 13,5	— 12,5	— 12,8	— 15,8	— 17,3	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
30	1752.	Janvier...	16	20,0	— 5,3	— 11,10	— 13,4	— 8,1	— 8,5	— 14,6	— 17,2	— 17,5	— 14,1	— 15,0	— 17,2	— 13,5	— 11,11	— 16,2	— 14,8	— 17,3	— 13,8
31	1753.	Janvier...	27	11,0	— 9,3	— 11,11	— 12,3	— 10,9	— 10,11	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
32	1754.	Janvier...	8	11,6	— 12,0	— 15,10	— 16,3	— 14,1	— 14,4	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
MILIEU.....					— 13,2	— 15,0	— 8,0	— 8,4	— 14,5	— 16,6	— 16,8	— 13,8	— 14,4	— 16,11	— 13,1	— 11,9	— 15,8	— 14,2	— 16,7	— 13,4	.....

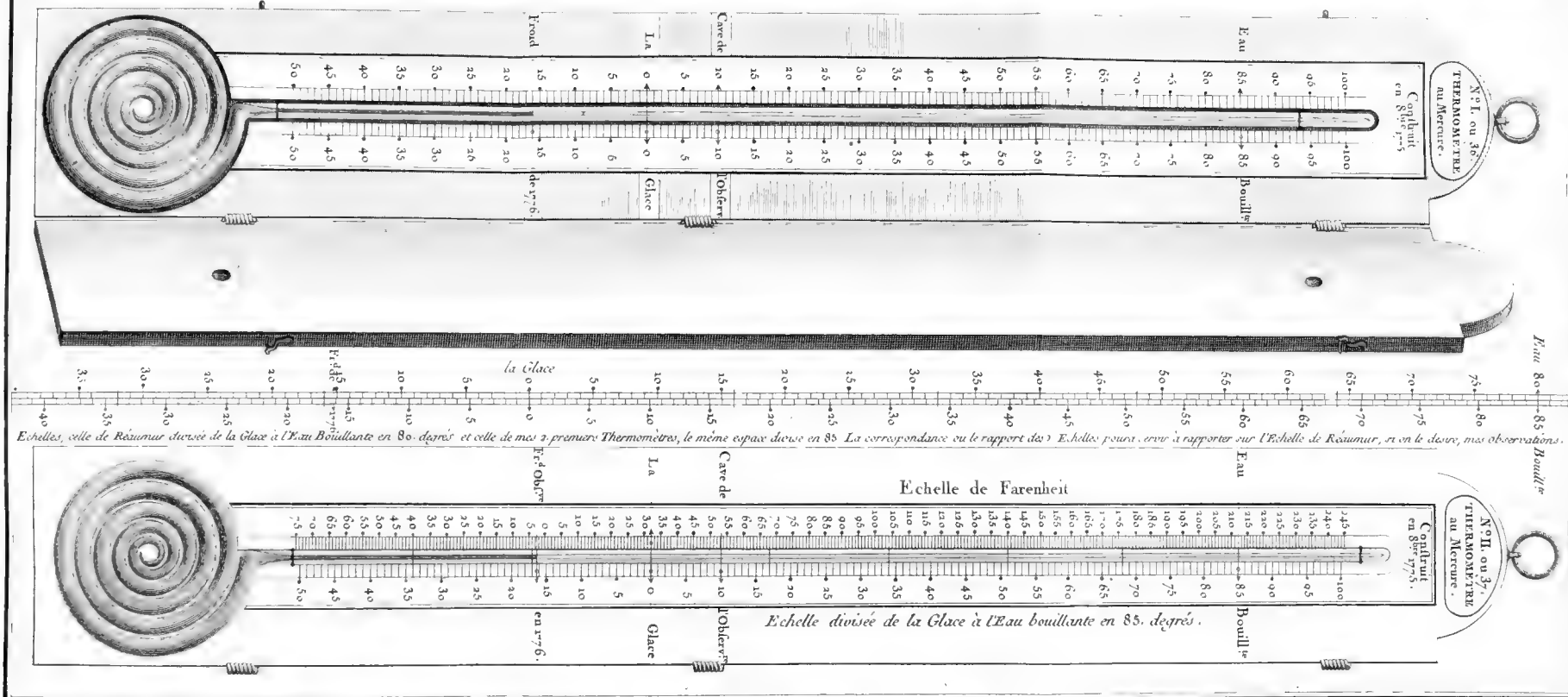


(s exactement dans leur grandeur naturelle).



DESSIN DES DEUX THERMOMÈTRES AU MERCURE.

qui ont servi à connoître le froid de 1776. décrits dans ce mémoire sous les N<sup>os</sup> I. ou 36. II. ou 37. représentés exactement dans leur grandeur naturelle.



Gravé par T. le Comte d'après le dessin de M. Méhrier

Au second thermomètre de M. de Reaumur, placé hors de la tour.

15 degrés  $\frac{2}{12}$ , milieu pris entre cent cinq déterminations.

*Froid de 1709.*

Au thermomètre de M. de Reaumur.

14 degrés 11 douzièmes  $\frac{1}{2}$ , milieu pris entre sept cents quatre-vingt-onze déterminations.

Si on compare la première Table, qui contient le résultat des calculs du froid de 1709, au premier thermomètre de M. de Reaumur, qui étoit placé dans la tour, à côté de celui de M. de la Hire, avec la seconde Table qui détermine le même froid au second thermomètre, placé en dehors de la même tour à l'air libre; on trouvera un rapport plus exact des déterminations au premier thermomètre qu'au second. En général, toutes ces déterminations ne sont qu'approchantes, &c. proviennent des suppositions que j'ai été obligé de faire. Au surplus, on ne connoît point le calibre du tube du thermomètre de M. de la Hire, ni la qualité de son esprit-de-vin, qui pouvoit être susceptible de plus ou moins de dilatation; ainsi, il restera toujours une incertitude, bien légère, à la vérité, sur la connoissance vraie du degré de froid de 1700.



## M É M O I R E

*Sur le choix de l'Emplacement & sur la forme qu'il faut donner au Bâtiment d'une fabrique d'Organfin, à l'usage des nouveaux Moulins que j'ai imaginés à cet effet.*

Par M. DE VAUCANSON.

Lû  
à l'Assemblée  
publique  
du 17 Avril  
1776,  
& relu le 12  
Avril 1777.

**A**VANT de montrer quelle est la forme du bâtiment qui convient à une fabrique d'Organfin, il est à propos de donner une notion succincte du travail qui y est fait, afin de mieux faire connoître les avantages qui doivent résulter de sa construction.

Ce travail consiste dans quatre opérations principales. Par la première, on divise sur des bobines la soie des écheveaux faits dans le tirage, ce que l'on nomme *opération du devidage*. Par la seconde, on tord séparément chaque fil de soie devidé, en le faisant monter sur une seconde bobine, ce que l'on nomme *donner le premier tors* ou *le premier apprêt*. Par la troisième, on joint deux ou trois de ces fils tordus, qu'on redevide sur une nouvelle bobine, ce que l'on nomme *opération du doublage*. Par la quatrième, on retord ensemble les fils réunis à deux ou à trois bouts, en les faisant monter sur un guindre pour en former un nouvel écheveau, ce que l'on nomme *donner le second tors* ou *le second apprêt*. C'est après cette dernière opération que la soie reçoit le nom d'*organfin*.

Comme il eût fallu employer beaucoup de monde & beaucoup de temps à un ouvrage aussi long, on a trouvé le moyen de l'abrégé par différentes machines propres à faire le travail de chaque opération : on a donné à ces machines le nom de *Moulins à soie*, parce qu'on les fait mouvoir par le secours de l'eau.

Une fabrique d'organfin est donc composée de quatre sortes de moulins différens, de moulins de devidage, de moulins de tors en premier apprêt, de moulins de doublage, & de moulins de tors en second apprêt.

Comme c'est par le jeu de ces différens moulins que tout l'ouvrage s'opère, on conçoit aisément que c'est de l'uniformité de leur mouvement & de la sûreté de leur effet que dépend la régularité des différens apprêts que la soie y reçoit.

Je ne parlerai point ici des avantages que doivent avoir en cela mes nouveaux moulins sur tous ceux qui sont en usage; l'expérience qui en a été faite pendant vingt ans dans une Manufacture érigée exprès à Aubenas, le haut prix auquel les fabricans de Lyon ont toujours acheté les organfins qui en sont provenus, fournissent la preuve la moins équivoque de leur bonté, de leur supériorité. Mon objet, dans ce Mémoire, est de faire voir combien il est important pour le succès d'une fabrique semblable, de faire choix d'un local avantageux, & de donner au bâtiment qui doit contenir ces moulins la forme la plus favorable pour en obtenir le plus grand effet.

On voit déjà que l'emplacement de la fabrique doit être à portée d'un courant ou d'une chute d'eau suffisante pour faire mouvoir tous les moulins: 30 pouces d'eau tombante sur une roue à augets, de 12 pieds de diamètre, suffisent pour en faire tourner quarante-huit, dont vingt-quatre de tors en premier ou en second apprêt, & vingt-quatre de devidage ou de doublage: si la chute d'eau avoit moins de 12 pieds, il faudroit que le volume d'eau fût proportionnellement plus grand; tout comme le volume pourroit être moindre, si la chute se trouvoit plus élevée: mais dans tous les cas, il sera toujours plus à propos de préférer une chute d'eau quelconque, au courant d'un ruisseau ou d'une rivière afin de se mettre à l'abri des crûes & des débordemens qui donneroient aux moulins des mouvemens très-variés, & qui les mettroient dans le cas de chômer souvent, au lieu que le sol de la fabrique se trouvant à la même hauteur que la chute, on ne craindra point d'inon-

dations ; & au moyen d'une vanne bien faite , on aura la facilité de donner à la roue une quantité d'eau toujours égale pour la faire tourner d'une vîtesse uniforme.

Le bâtiment de la fabrique doit être composé d'un rez-de-chaussée & de deux étages supérieurs ; sa longueur sera de 24 toises & demie sur 24 pieds 6 pouces de largeur dans œuvre : les vingt-quatre moulins à tordre seront placés dans le rez-de-chaussée , à 6 pieds de distance les uns des autres ; ces moulins ayant 18 pieds & demi de longueur sur 9 pieds de hauteur & 2 pieds environ de largeur , il reste à chacune de leurs extrémités , un passage de 3 pieds , absolument nécessaire à leur service , & on aura un intervalle de 4 pieds entre chaque moulin , pour la course du marche-pied dont l'ouvrier a continuellement besoin pour son travail : les autres vingt-quatre moulins à devider & à doubler , seront placés dans l'étage au-dessus , & arrangés de manière que chacun d'eux se trouve précisément sur un de ceux d'en bas , de qui il reçoit son mouvement , au moyen d'une verge de fer qui traverse la voûte.

Autant il faut chercher à introduire l'air dans le lieu où l'on tire la soie des cocons , autant il faut avoir soin d'en garantir ceux où elle reçoit les secondes préparations qui la convertissent en organzin ; dans chacune de ces préparations , la soie est toujours devidée ou d'un guindre sur une bobine , ou d'une bobine sur un guindre , ou d'une bobine sur une autre bobine ; elle y est donc continuellement exposée aux influences de l'air environnant : l'expérience a montré que l'air sec & brûlant , rend la soie cassante , & l'empêche de résister aux efforts des moulins , & principalement de celui du premier apprêt , où chaque fil y monte simple , du fuseau sur la bobine , avec une tension proportionnée à la rapidité de mouvement du fuseau , & à la pesanteur de sa coronnette qui en facilite le développement.

Pour entretenir l'air de ce lieu dans une espèce de moiteur , je l'ai fait construire comme une cave , avec une voûte très-surbaisée : la porte d'entrée n'a que 3 pieds de large sur 7 pieds de haut ; elle est précédée d'une pièce pareille.

ment voûtée, afin que l'air du dehors y change de température, avant de pénétrer dans la salle des moulins: il y a une semblable porte de sortie à l'autre coin du même mur, qui communique dans un magasin, voûté de même, où l'on fait le pliage des matreaux de la soie organisée, qui y restent enfermés dans des coffres jusqu'à leur expédition.

Ce rez-de-chaussée est éclairé par vingt-quatre petites fenêtres, en forme de soupiraux, dont douze de chaque côté, & distribuées de manière que chacune réponde au milieu de l'intervalle qu'il y a entre chaque moulin: on tient ces fenêtres exactement fermées avec des châssis, dont les carreaux sont de papier huilé, afin d'avoir un jour doux & tranquille, très-favorable au travail de la soie; mais plus ces fenêtres sont petites, plus elles doivent recevoir la lumière du dehors; ainsi, ce bâtiment doit être isolé ou suffisamment éloigné de toute construction qui pourroit lui ôter le grand jour dont il a besoin.

Si la voûte est nécessaire pour procurer de la fraîcheur au rez-de-chaussée, où sont placés les moulins de premier & de second apprêt, elle devient indispensable pour former un plancher solide aux moulins de devidage & de doublage, qui sont dans l'étage au-dessus. Le mécanisme de ces moulins exige qu'ils soient établis sur un plan de niveau & invariable: or, il est impossible de construire un plancher qui ait un niveau constant, avec des poutres de 24 pieds & demi de longueur, puisqu'une poutre de moindre portée, quelque grosse qu'elle soit, plie dans son milieu par son propre poids; la moindre courbure dans le plan empêcheroit le jeu de ces moulins, parce que leur moteur principal consiste dans une verge de fer de 19 pieds de longueur, garnie de quarante cylindres qui font tourner les bobines par un simple mouvement tangentiel, & que cette verge, contenue dans une situation horizontale, par six collets distribués dans sa longueur, ne pourroit plus tourner, si son centre de rotation s'écartoit de la ligne droite, par quelque variation dans le plancher.

Ce second atelier auroit exigé une température d'air à peu-près égale à celle du rez-de-chaussée, puisque la soie y est aussi devidée à un seul bout, des écheveaux sur les bobines; mais la crainte d'augmenter la dépense par une seconde voûte, m'a déterminé à y faire un plancher ordinaire, auquel on a donné plus d'épaisseur, au moyen d'un fort massif de torchis, recouvert d'un bon carrelage. Ce n'est pas que la construction de la voûte eût été plus dispendieuse que celle du plancher; la toise carrée de l'une ne coûte guère plus dans ces pays-là que la toise carrée de l'autre; mais c'est parce qu'il eût fallu donner beaucoup plus d'épaisseur aux deux grands murs de face, pour résister à la poussée de deux voûtes placées l'une sur l'autre; ce qui auroit augmenté considérablement les frais de construction.

Dans la vue d'intercepter la chaleur qui auroit pénétré par le toit dans le devidage, si le comble eût été immédiatement posé sur ce plancher, j'ai ajouté un second étage de dix pieds d'élévation, ouvert de tous côtés, qui sert de coconnière; c'est-à-dire d'entrepôt à sept ou huit cents quintaux de cocons, qui doivent rester étendus sur des étagères jusqu'à la fin du tirage.

Si la filature se trouvoit éloignée du bâtiment des moulins; ce second étage n'en seroit pas moins nécessaire pour modérer la chaleur qui se communiqueroit dans le devidage. Tout Entrepreneur qui voudroit éviter cette dépense en seroit chèrement puni, par le déchet qu'il essuieroit au devidage de ses soies.

C'est moyennant cette nouvelle forme de construction, qui a été observée dans la fabrique d'Aubenas, qu'on est parvenu à y organiser les soies les plus fines, avec beaucoup moins de déchet que dans les fabriques de Piémont, où l'on travaille des organfins de même qualité.

Ceux qui regardent toutes ces précautions comme de petits moyens minutieux dont on peut fort bien se passer dans la fabrication des organfins, ignorent, sans doute, que dans beaucoup d'Arts, le succès du travail dépend essentiellement  
du li eu



du lieu où se fait l'ouvrage : qu'ils entrent dans les ateliers où l'on file le lin & le coton les plus fins, ils les trouveront placés dans des lieux bas & humides : qu'ils visitent les endroits où l'on fabrique les Toiles un peu fines, ils y éprouveront une fraîcheur qu'ils jugeront être plutôt favorable aux matières qu'on y travaille, qu'agréable aux ouvriers qui la supportent : qu'ils s'informent des moyens que l'on emploie aux Indes pour la fabrication des Mouffelines les plus fines, ils apprendront qu'on les y travaille sur la surface d'un réservoir rempli d'eau, afin de donner aux fils de la chaîne une humidité qui les rendent capables de résister à l'effort du métier, & de remédier par-là à la sécheresse de l'air, qui, sans cette précaution, les feroit rompre à chaque instant.

Qu'ils aillent chez les différens ouvriers de Lyon, où l'on emploie les organfins les plus fins à la fabrication des Satins & des Taffetas; ils verront les ouvriers arroser fréquemment le dessous de leur métier, y placer des vases remplis d'eau, mouiller même leur chaîne dans les temps de hâle & de sécheresse, pour venir à bout de travailler leur étoffe. Lorsqu'ils seront instruits de ces divers procédés, ils ne regarderont plus les précautions que j'ai prises de procurer un air légèrement humide dans les ateliers où l'on doit fabriquer des organfins superfins, comme des moyens frivoles & indifférens au succès du travail.

Il ne faut pas considérer le déchet que souffre la soie dans ces différentes préparations, comme une simple perte de matière, uniquement préjudiciable à l'Entrepreneur, mais comme une imperfection dans l'ouvrage qui en diminue le prix. Le déchet ne provient que de la fréquente rupture des fils de soie : à chaque rupture il faut renouer les deux bouts, & plus il y a de nœuds, moins l'organfin a de valeur, parce qu'avec un organfin rempli de nœuds on ne sauroit jamais faire une belle étoffe.

Les observations que j'ai faites pendant les dix premières années d'exploitation de la fabrique d'Aubenas, m'ont fait connoître qu'il y avoit plusieurs choses à simplifier dans mes

moulins, & quelques-unes à y corriger. Il est difficile d'atteindre à la perfection dans un premier essai; ceux que je viens de faire exécuter aux frais du Gouvernement, pour une Fabrique semblable, contiennent tous les changemens que j'ai crus nécessaires pour en approcher.

Je n'ai presque rien changé à la forme intérieure du bâtiment; j'ai seulement donné une position différente aux seconds mobiles qui communiquent le mouvement de la roue à eau jusqu'aux moulins; la manière dont j'avois disposé ceux d'Aubenas étoit defectueuse, par l'inconvénient qui en résultoit, lorsqu'on lâchoit l'eau sur la roue.

Comme les augets supérieurs se remplissent les premiers, jusqu'à ce qu'une portion de la circonférence de la roue soit assez chargée, pour vaincre la résistance des moulins; il arrive que cette charge, qui, dans le premier instant, ne fait effort que vers le milieu du rayon, devient beaucoup trop forte, lorsque par la descente des augets, elle se trouve portée jusqu'à l'extrémité de ce rayon; la roue prend alors un mouvement accéléré qui feroit rompre les chaînes, dont les maillons engrènent avec le pignon de chaque fuseau; parce qu'elles ne peuvent pas avoir assez de force pour donner subitement une vitesse précipitée à deux cents fuseaux à la fois.

On évite à Aubenas cet accident, au moyen d'un levier qu'on passe au travers de l'arbre vertical: avant qu'on lâche l'eau sur la roue, deux hommes appliqués à chaque bras de ce levier, font un effort opposé au mouvement de la roue, & la contiennent jusqu'à ce qu'elle ait pris une vitesse uniforme; mais comme ce levier ne peut agir que dans l'espace qui se trouve entre deux moulins, & qu'il faut le retirer pendant que l'arbre vertical est en mouvement; il en résulte des accidens fâcheux, quand on n'a pas l'adresse de le sortir avec assez de promptitude, dans le moment qu'il se trouve précisément dans le milieu des deux moulins.

J'ai remédié à cet inconvénient dans ma seconde construction, en plaçant l'arbre vertical en dehors du bâtiment, & dans un espace suffisant pour y avoir un plus grand levier

qui y reste fixé à demeure. Par cette nouvelle disposition, on mettra les moulins en mouvement, sans courir aucun danger, & on aura de plus la facilité de les faire tourner à bras, lorsqu'il y a des réparations à faire, soit à la roue à eau, soit aux conduites. Il est important à un Entrepreneur de ne pas laisser chômer long-temps ses moulins, & de n'être pas obligé de payer pendant plusieurs jours une trentaine d'Ouvriers sans rien faire.

Je n'entrerai pas dans un plus long détail sur la construction du bâtiment de cette Fabrique; les différens plans qu'on trouvera à la fin de ce Mémoire, avec une explication raisonnée des changemens que j'y ai faits, la feront mieux connoître qu'une description plus étendue qui passeroit les bornes prescrites à ce Mémoire. Je me contenterai d'en faire voir l'utilité & la nécessité, en répondant aux principales objections que l'on fait contre ce nouvel établissement.

Chaque objection est ordinairement relative à l'intérêt particulier de celui qui la fait. Les Propriétaires de fabriques, à l'usage des anciens moulins, prétendent que les organfins d'Aubenas sont, à la vérité, plus parfaits, & d'un plus haut prix que ceux qui sortent de leur fabrique; mais que cet avantage tourne en perte pour l'Entrepreneur, par la longueur des opérations; «avec seize de nos moulins, disent-ils, nous faisons chaque année, six milliers d'organfins, tandis qu'avec vingt-quatre des nouveaux, on n'en peut faire que quatre milliers, qui ne sont certainement pas vendus à un prix double des nôtres; voilà donc une dépense employée à un plus grand nombre de moulins, à plus d'ouvriers, & à des bâtimens par conséquent plus étendus, pour ne faire que moitié de l'ouvrage que produisent nos moulins. Ce moyen seroit ruineux pour nous, & deviendrait à charge à l'État, si on le déterminoit à les encourager.»

Je conçois qu'un raisonnement aussi spécieux a pu séduire beaucoup de monde : j'ai même vu des personnes en place chez qui il avoit fait une forte impression ; mais il est aisé

de faire voir combien ce raisonnement est vicieux , en montrant la fausseté des allégations.

Premièrement , la grandeur d'un moulin ne se mesure pas par son étendue , mais par le nombre de ses fuseaux : les vingt-quatre moulins à tordre , qui sont dans la fabrique d'Aubenas , n'en contiennent pas un plus grand nombre qu'il n'y en a dans seize moulins ordinaires : j'ai fait ces moulins plus petits , pour la facilité du travail , & j'en ai augmenté le nombre , afin que lorsqu'on est obligé d'en arrêter un pour le dégarnir de sa soie , le superflu de la force motrice se trouvant réparti sur un plus grand nombre de ceux qui restent en mouvement , leur vitesse en fût moins accélérée : le produit de ces vingt-quatre moulins ne doit donc pas être estimé plus fort que celui de seize moulins ordinaires.

Secondement , le travail d'un moulin est toujours relatif à la qualité de l'organfin qui y est fait ; cette qualité est désignée par le poids d'une portée de chaîne , composée de quatre-vingts fils d'organfin à deux bouts , de cent vingt aunes de longueur chacun , qui sont ensemble neuf mille six cents aunes ; lorsque la portée pèse une once , le titre de l'organfin est de 24 deniers , parce que l'once est divisée en vingt-quatre parties ; si la portée ne pèse que trois quarts d'once , l'organfin est de 18 deniers ; si elle pèse une once & un quart , l'organfin est de 30 deniers ; il y en a de 40 , de 60 , de 80 deniers , parce que la portée ou neuf mille six cents aunes de cet organfin pèsent jusqu'à trois onces & demi.

L'organfin le plus fin se fait avec une soie filée à trois brins de cocon ; son poids n'est alors que de 16 à 18 deniers : la soie filée à quatre cocons , donne un organfin de 22 à 24 deniers ; celle qui est filée de quatre à cinq cocons , produit un organfin de 25 à 27 deniers ; si elle est filée de 5 à 6 , l'organfin est de 28 à 30 deniers , & proportionnellement en augmentant le nombre des cocons , jusqu'à l'organfin de 80 deniers , qui est fait avec une soie filée de dix à douze cocons.

Le peu d'organfin qui se fabrique dans le royaume , est

presque tout de grosse qualité. Il y a quelques fabriques où l'on en travaille de qualité moyenne, dont les plus fins sont faits avec une soie filée de six à sept cocons, tandis que les organfins fabriqués à Aubenas, sont tous de première qualité : on y en a fait avec une soie filée à trois cocons, le plus communément avec une soie de quatre à cinq cocons, & les plus forts avec une soie filée de cinq à six.

Si l'on compare le produit d'un moulin ancien, qui a été garni d'une soie de dix à douze cocons, avec le produit d'un moulin nouveau, de même grandeur & garni d'une soie de cinq à six cocons, le produit de l'ancien sera certainement double de celui du nouveau, c'est-à-dire, qu'il aura organfiné vingt livres de soie, pendant le temps que l'autre n'en n'aura organfiné que dix livres. Mais la quantité d'ouvrage ne se mesure pas ici par la différence du poids, c'est par le différent degré de finesse que les fils de soie ont entr'eux. Le fil d'une livre de soie filée à six cocons, a le double de longueur de celui qui est filé à douze cocons ; il faut par conséquent une fois plus de temps pour devider l'un, que pour devider l'autre : c'est donc contre toute vérité ; qu'on avance que les moulins d'Aubenas font la moitié moins d'ouvrage que n'en font les moulins ordinaires.

On n'est pas moins inconséquent lorsque l'on dit : « nous avons monté sur nos moulins des soies de cinq à six cocons, » & par conséquent aussi fines que celles d'Aubenas : le produit « y a toujours été d'un tiers en sus de celui de cette fabrique ; » donc les nouveaux moulins ont un tiers de vitesse de moins « que les anciens, puisqu'ils font un tiers moins d'ouvrage. » Il falloit ajouter : mais comme nous avons essuyé sur ces soies fines un déchet de huit à dix pour cent avec nos moulins, c'est pour éviter une perte aussi considérable que nous n'y travaillons plus que des organfins de basse qualité.

Si les moulins anciens produisent, avec la même soie, un tiers d'ouvrage de plus que les nouveaux, ce n'est pas qu'ils aient un tiers plus de vitesse ; elle n'est, & ne peut être, que d'un sixième au plus, mais on y gagne un sixième du temps,

parce que le travail y est moindre d'un sixième. Suivant le mécanisme de ces moulins, les bobines qui tirent la soie de dessus les fuseaux, font des révolutions constantes, pendant que les fuseaux en font un nombre déterminé : si la bobine, qui a 2 pouces de diamètre, fait un tour pendant que son fuseau en fait soixante, elle tire dans chacune de ses premières révolutions, une longueur de soie d'environ 6 pouces qui contient soixante hélices, ou qui est tordue sur elle-même soixante fois. Mais comme la circonférence de cette bobine augmente à mesure qu'elle se charge de soie, il arrive que dans ses dernières révolutions, elle tire une longueur de soie de 9 pouces, sur laquelle il n'y a pas un plus grand nombre d'hélices que sur les premières longueurs de 6 pouces, & qui par conséquent est d'un tiers moins tordue : ce qui fait au total un sixième de moins d'apprêt dans les organfins fabriqués avec les anciens moulins, qu'avec ceux d'Aubenas, où les bobines qui tirent la soie des fuseaux diminuent leur vitesse à proportion qu'elles se remplissent.

L'ouvrage sur les anciens moulins n'y est donc plus tôt fait que parce qu'il y est moins travaillé, c'est-à-dire que l'organfin n'y reçoit qu'un apprêt inégal, & moindre d'un sixième de celui qu'il devoit avoir ; & c'est cette imperfection inévitable dans les moulins anciens que l'on présente comme un avantage sur les nouveaux.

Il est vrai que la vitesse dans ces derniers, y est diminuée d'environ un sixième ; mais au lieu d'occasionner un déchet de six, huit & dix pour cent, dans la matière, ils n'en font pas un qui aille à plus de deux pour cent ; sur cent livres d'organfin, du poids de 30 deniers, fabriquées avec les moulins ordinaires, la plus petite différence de quatre pour cent, forme une perte de cent soixante livres, si le prix de cet organfin est de quarante francs ; tandis que dans les nouveaux, la perte qu'on essuye sur la façon, par un sixième moins de vitesse, n'est que de vingt-une livres pour ces mêmes cent livres d'organfin.

Ainsi les moulins d'Aubenas, à qui l'on reproche de faire

un tiers moins d'ouvrage, à cause de leur trop de lenteur, donnent cependant sur cent livres d'organfin, fait avec la même soie, un bénéfice de cent trente-neuf livres par le déchet qu'ils font de moins, & un de trois cents livres par la perfection qu'ils ont de plus, puisqu'ils sont toujours vendus un écu par livre plus que les organfins de même qualité, soit de France, soit de Piémont: leur produit est donc réellement d'environ dix pour cent plus considérable, que celui des moulins ordinaires; quoique ces derniers paroissent faire un tiers plus d'ouvrage, dans le même espace de temps.

Le nombre d'Ouvriers qu'on suppose devoir être plus grand, pour le travail de vingt-quatre moulins nouveaux, que pour celui de seize moulins ordinaires, est au contraire plus petit d'un cinquième; un Ouvrier est très-occupé au service d'un seul moulin ancien, tandis qu'il en entretient deux nouveaux fort à son aise.

C'est encore mal-à-propos, qu'on fait craindre la dépense d'un bâtiment plus étendu; un espace de 24 toises & demie de longueur, & de 24 pieds & demi de largeur, suffit aux vingt-quatre moulins nouveaux, tandis qu'il faut un espace de 53 toises de longueur, sur 24 pieds de largeur, pour contenir seize moulins de forme ronde ordinaire.

La réponse à chacune de ces objections, fait voir au contraire que tous les avantages se réunissent en faveur des nouveaux moulins, & qu'avec les anciens, jamais on ne parviendra à faire des organfins d'une certaine finesse, sans y éprouver des déchets, qui rebuteront toujours les Entrepreneurs, & sans y laisser des imperfections qui en rendront la vente défavorable.

La grande consommation qui se fait à Lyon des organfins de première qualité, que nous tirons tous les ans de l'Étranger, pour une somme de dix-huit à vingt millions, exigeroit cependant que ces moulins fussent considérablement multipliés.

La fabrique d'Aubenas a montré, par une expérience de vingt années consécutives, qu'avec les nouveaux tours & les

nouveaux moulins, nos soies nationales pouvoient être converties en des organfins d'une qualité encore supérieure à ceux du Piémont; mais ils n'ont opéré un si grand effet, que parce qu'ils ont été placés dans un lieu avantageux, dans des bâtimens favorablement disposés, & qu'ils ont été confiés à un Entrepreneur parfaitement instruit de son métier.

Si ceux que je viens de faire exécuter & que j'ai beaucoup perfectionnés, sont établis dans des endroits totalement différens, leur effet sera certainement manqué; si comme on le propose, ils sont placés à Romans en Dauphiné, dans un lieu trop resserré, & par conséquent obscur, où l'on soit obligé de travailler la moitié du temps, à la lueur d'une lampe, l'ouvrage en deviendra beaucoup plus long, il coûtera plus cher, & n'en sortira que très-imparfait.

Si la filature est établie sous des anciens hangards, mal conçus & mal disposés, jamais on ne réussira à y faire de la soie comme celle d'Aubenas.\*

Si avec ces vices dans le local & dans les constructions, on confie encore ces moulins à des gens qui ne soient pas du métier; l'entreprise, loin de leur être avantageuse, ne fera qu'accélérer leur ruine, parce que les moulins seront infailliblement mal conduits, mal entretenus & mal réparés. Il est bien difficile de diriger des Ouvriers dans la pratique d'un art que l'on n'a jamais exercé soi-même, & qui consiste dans des opérations manuelles, auxquelles il faut nécessairement avoir été formé de bonne heure.

Ceux qui, contre mon sentiment & malgré mes représentations les plus fortes, auront voulu que ces moulins soient placés dans des lieux si peu convenables, & remis dans des mains aussi peu exercées, ne manqueront pas, lorsque l'évènement les aura convaincus de leur erreur, d'en rejeter la faute sur les moulins, & de dire que je les ai gâtés en voulant les perfectionner; c'est pourquoi je ne saurois trop insister, tandis qu'il est encore temps, sur la nécessité de

---

\* Voyez mon troisième Mémoire sur la filature des Soies. *Mémoires de l'Académie*, année 1773,



prendre toutes les mesures & toutes les précautions qui peuvent concourir à assurer le succès d'un établissement qui doit servir d'exemple & de modèle à toutes les Fabriques d'Organfins du Royaume.

Lorsqu'on verra l'entreprise échouée, personne ne voudra avoir tort; personne ne se donnera la peine d'en démêler la vraie cause, les Moulins tomberont dans le discrédit; & les esprits une fois prévenus reviendront difficilement.

Le Gouvernement veut bien favoriser ces établissemens, en donnant tous les encouragemens qui sont nécessaires pour indemniser les Entrepreneurs des frais qu'ils doivent faire pour l'acquisition d'un local convenable, & pour la construction des bâtimens conformes à ceux d'Aubenas, d'après mes dernières corrections: Mais si ceux qui ont obtenu ces encouragemens sous cette condition, viennent à bout par des protections, ou par d'autres moyens quelconques, d'être dispensés de remplir leurs engagemens à cet égard; je déclare de la manière la plus formelle & la plus authentique, que mes moulins n'auront aucun succès, & qu'on perdra le fruit de vingt années d'études & de recherches que j'ai employées à les perfectionner. On regrettera d'avoir dépensé beaucoup d'argent inutilement, & on aura le désagrément de rester encore long-temps dans la dure nécessité de tirer de l'Étranger à grands frais les matières les plus essentielles à l'entretien de nos belles fabriques de Lyon.

## EXPLICATION DES FIGURES.

### P L A N C H E I.

*Figure 1.<sup>re</sup>* représente le plan géométral de la Fabrique.

*AA*, les deux pavillons, dont l'un sert de logement aux Ouvriers, & l'autre de logement au Maître.

*BB*, la salle du rez-de-chaussée, de 25 toises de longueur sur 24 pieds 6 pouces de largeur, dans laquelle sont placés vingt-quatre moulins; savoir, quinze de premier apprêt, & neuf de second apprêt, parallèlement les uns aux autres, & à 6 pieds de distance du milieu d'un moulin à celui d'un autre.

*Mém. 1776.*

Y

Cette salle doit être voûtée en brique, ou en pierre légère, & pavée en dalles de pierre dure, de 3 à 4 pouces d'épaisseur, posées bien de niveau sur un terrain solide, ou sur un massif de maçonnerie de 12 à 15 pouces d'épaisseur: du pavé au milieu de la voûte, il ne doit y avoir que 12 pieds d'élévation.

Cette salle doit recevoir le jour des deux côtés par vingt-cinq fenêtres ou soupiraux, dont treize d'un côté & douze de l'autre, de manière que chaque fenêtre se prouve entre deux moulins: elles ne doivent avoir que 2 pieds & demi de largeur, sur 3 pieds & demi de hauteur, & l'appui doit être à 6 pieds du sol.

L'épaisseur des murs de cette pièce, doit être suffisante pour résister à la poussée de la voûte: c'est la nature des matériaux qu'on y emploiera qui doit régler cette épaisseur.

*CC*, est une excavation dans laquelle est la roue à augets, sur laquelle le coursier *D* verse l'eau.

*E*, est un mur de séparation traversé par l'arbre de la roue à eau, dont l'extrémité porte le rouet placé sous le plancher *F*, lequel rouet engrène avec la lanterne de l'arbre vertical, qu'on verra dans la *Planche II*.

*g*, est le levier qui traverse cet arbre vertical, & dont on se sert pour contretenir l'effort de la roue à eau lorsqu'on met les moulins en mouvement.

*h*, est l'arbre horizontal qui est mené par la roue supérieure de l'arbre vertical, & qui communique avec la roue *I* des menârs *mm*, qui fait tourner tous les moulins.

Au pavillon à droite, *M* est l'entrée d'un corridor qui communique dans la pièce *G*, qui sert de cuisine aux Ouvriers; dans celle *H*, où l'on donne la brève aux soies après le premier apprêt; dans la pièce *K*, où l'on décave les guindres & où l'on plie la soie en matreaux; cette pièce doit être voûtée, ainsi que la pièce *L*, qui sert de magasin aux soies grêses & aux soies ouvrées; cette dernière pièce doit être au nord.

*N*, est l'escalier dont les marches doivent avoir 4 pieds & demi de longueur, pour que les Ouvrières chargées de paniers, puissent monter & descendre sans se nuire.

Le second pavillon à gauche, sert de logement au Maître & aux Garçons mouliniers; les Femmes ou Filles ouvrières couchent dans le pavillon à droite.

*Figure 2*, est la façade extérieure de tout le bâtiment, où l'on voit une coupe de l'excavation & de l'appentis extérieur qui contient les premiers mobiles: ce bâtiment doit être construit sans ornement, & dans la plus grande simplicité; il n'y a de nécessaire que la solidité.

## PLANCHE II.

*Figure 3*, est la coupe de la salle des moulins au rez-de-chaussée; on y voit la forme du ceintre de la voûte, la face d'un moulin de premier apprêt, & la tige de fer *xx* qui traverse la voûte pour communiquer le mouvement à chaque moulin du dévidage.

Au premier étage, on voit la face longitudinale d'un moulin de dévidage.

Au second étage, on voit la forme d'un bâtis portant des étagères, sur lesquelles on étend les cocons fournoyés pendant le temps du tirage, & les deux tirans *rr* qui soutiennent les poutres du plancher, crainte qu'elles ne plient.

*Figure 4*, est la coupe de l'excavation & de l'appentis adossé au mur de face, où l'on voit la roue à eau, son arbre traversant le mur *ee*, le rouet *o* qui engrène avec la lanterne de l'arbre vertical, qui porte à son extrémité supérieure une roue à chevilles, laquelle mène l'arbre horizontal *h* qui communique le mouvement à tous les moulins: cet arbre est brisé dans son milieu, où il a un tourillon porté par des collets fixés sur la surface intérieure du mur, afin d'éviter le passage de l'air extérieur dans la salle.

*p*, est un petit escalier par où on descend de la salle sur le plancher *f*, pour faire agir le levier *g* lorsqu'on lâche l'eau sur la roue; *qq*, est un autre escalier par où l'on descend du palier dans le souterrain où est le rouet & la lanterne de l'arbre vertical.

*Figure 5*, représente les mêmes choses que la *figure 4*, mais elles y sont plus à découvert; & on y voit de plus la potence *S*, placée en dedans de la salle, pour soutenir l'extrémité de l'arbre horizontal *h*.

*Figure 6*, est la face intérieure du mur à droite de l'excavation, où l'on voit l'escalier par où on descend du plancher *f* sur le palier *t*, pour venir graisser le pivot de la roue à eau; *y*, est un aqueduc par où s'échappe l'eau de la roue à augets.

On voit qu'une seule roue à eau a été employée ici pour faire tourner vingt-quatre moulins à tordre au rez-de-chaussée, & vingt-quatre moulins à dévider au premier étage; mais ce ne doit être que dans le cas où le volume d'eau dont on pourroit disposer, suffiroit seulement à vaincre la résistance des moulins & celle des frottemens des premiers mobiles, ou bien dans le cas où l'on auroit une moindre quantité de moulins à faire mouvoir: si au contraire, on a un volume d'eau plus abondant, il faudra diviser la puissance motrice & employer deux roues au lieu d'une; les premiers rouages en seront moins fatigués, & dureront plus long-temps: on suivra pour lors le plan de la *Planche III*.

P L A N C H E III.

*Figure 7;* ce plan est exactement semblable à celui de la *Planche I.* relativement à la salle des moulins; la seule différence est dans les pavillons, dans chacun desquels il y a une roue à eau avec les premiers mobiles, dont chacune communique le mouvement à douze moulins; lorsqu'il y a quelque réparation à faire à l'un ou l'autre des premiers mobiles, on recule le verrou *x*, placé dans le milieu des menars, & les douze moulins restans continuent de tourner par le manège qui est en bon état: ainsi le travail ne cesse jamais en totalité.

P L A N C H E IV.

*Figure 8;* cette Planche est une coupe longitudinale de tout le bâtiment en élévation, où l'on voit le profil des moulins du rez-de-chaussée; la tringle de fer qui part du haut de chacun de ces moulins pour communiquer le mouvement à ceux du dévidage au-dessus, en traversant la voûte, & les étagères de la coconnière au second étage.

On voit aux pavillons de chaque côté l'intérieur des excavations, qui montre suffisamment la situation des premiers mobiles & leur communication avec les moulins, pour qu'il ne soit pas besoin d'une nouvelle explication.

P L A N C H E V.

Les Figures de cette Planche ne sont que le développement de la précédente.

*Figure 9,* est le plan des souterrains du pavillon à gauche, où l'on voit la position de la roue à eau, dont un des pivots porte sur le contre-fort du mur de refend en *a*, & l'autre sur la traverse *b*; la traverse supérieure *c* porte le pivot de l'arbre vertical; *ec* est le mur de séparation entre la roue à eau & le rouet *o*; ce qui forme deux souterrains, où l'on arrive par la continuation du grand escalier.

*g*, est un palier de niveau au corridor du rez-de-chaussée, d'où l'on descend par les marches *ff* jusqu'au repos *p*; le long du mur de ce repos sont des lieux d'aisance, sous lesquels passe le canal qui sert de décharge à l'eau de la roue, & qui s'écoule hors du pavillon en *q*.

Du repos *p*, on descend par les marches *h* sur un second repos *i*, où est une porte en *a* par où l'on va graisser le pivot de la roue à eau; du repos *i*, on descend par les marches suivantes *k* dans le souterrain *l*, qui communique dans les caves *q* & *r*, ainsi que dans le caveau du rouet *o*, où l'on entre par la porte *m* en descendant deux marches, & duquel caveau on descend dans l'excavation de la roue à eau par les marches *n*.

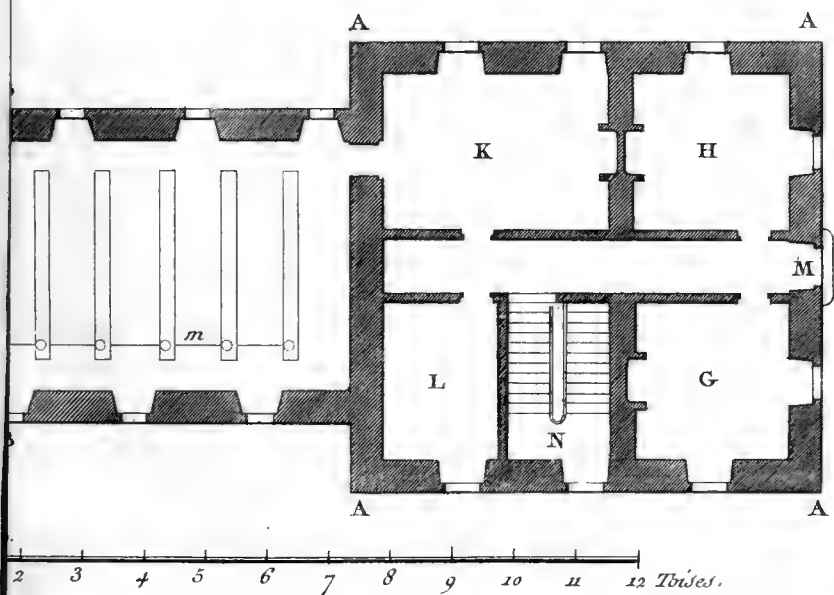
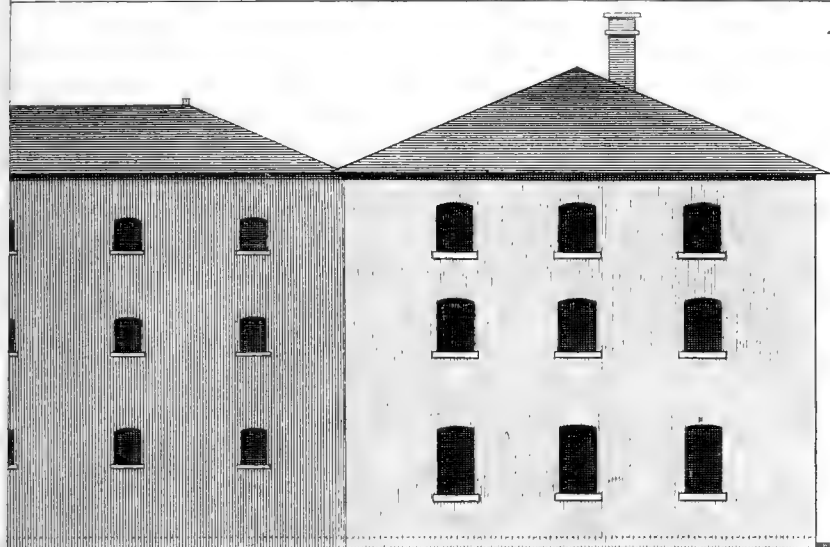


Fig 2<sup>e</sup>

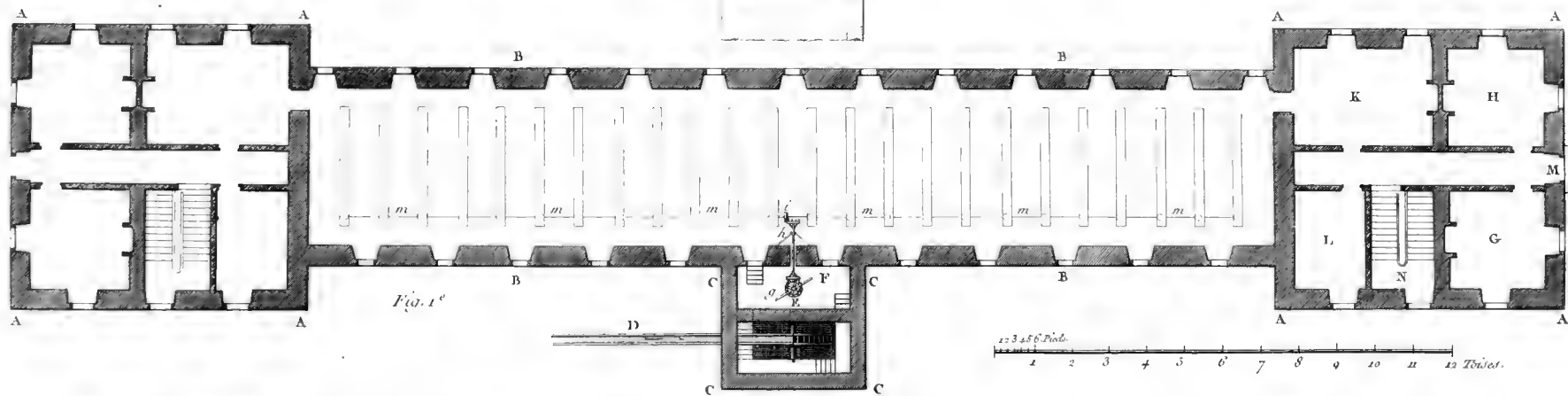


Fig. 3.

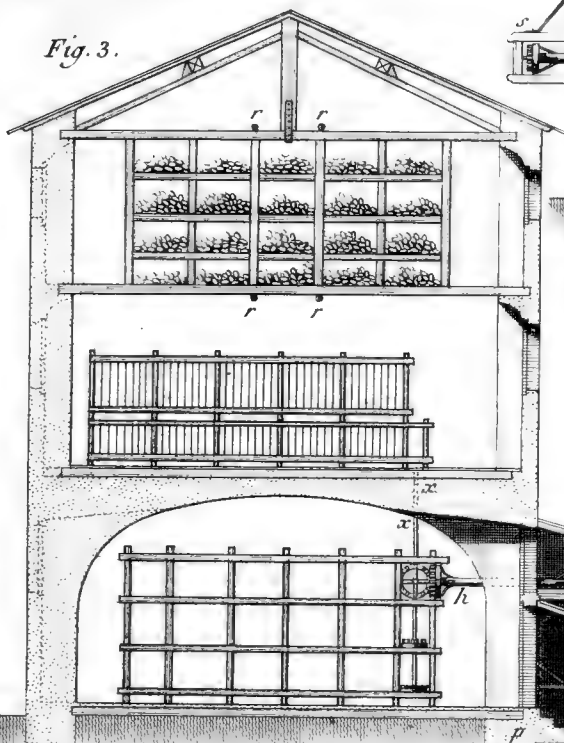


Fig. 5.

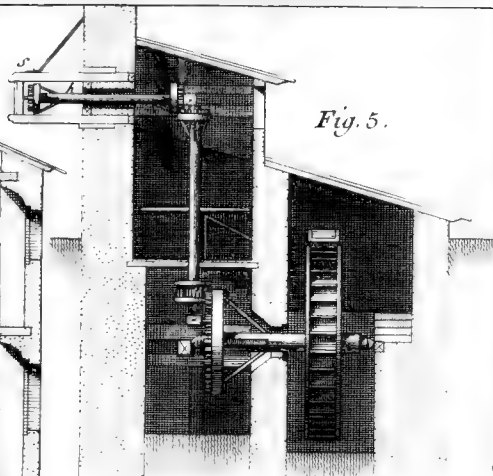


Fig. 4.

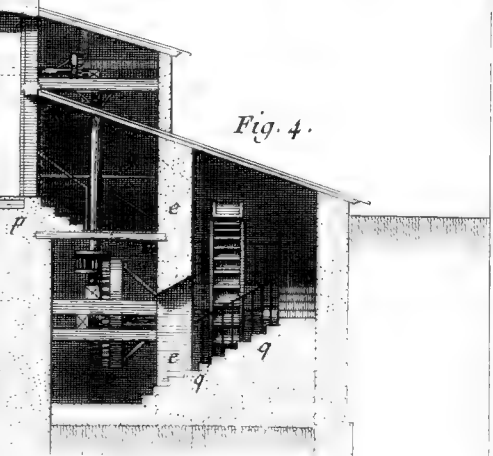
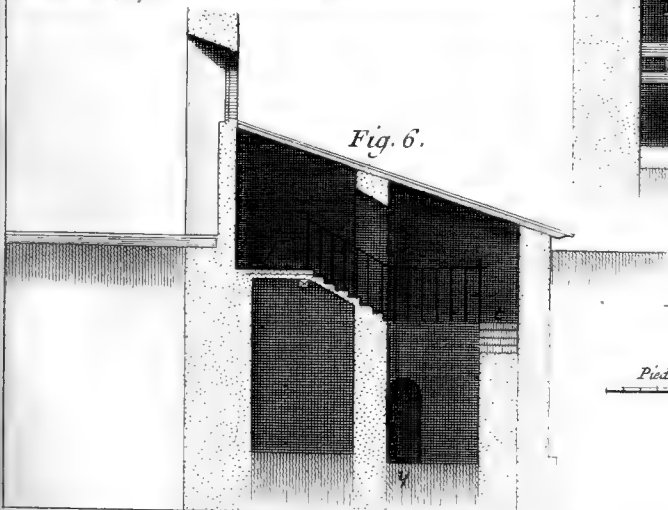


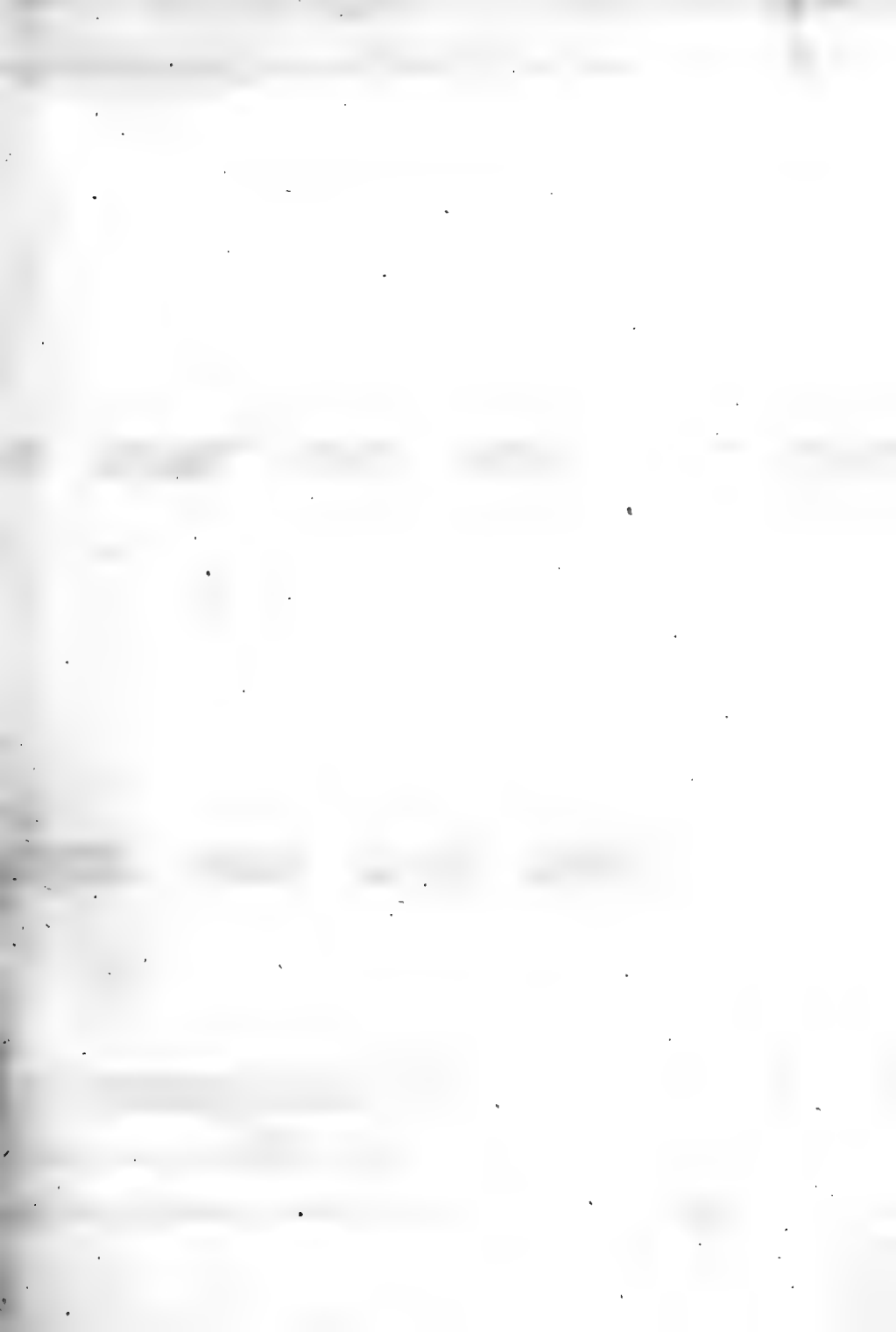
Fig. 6.

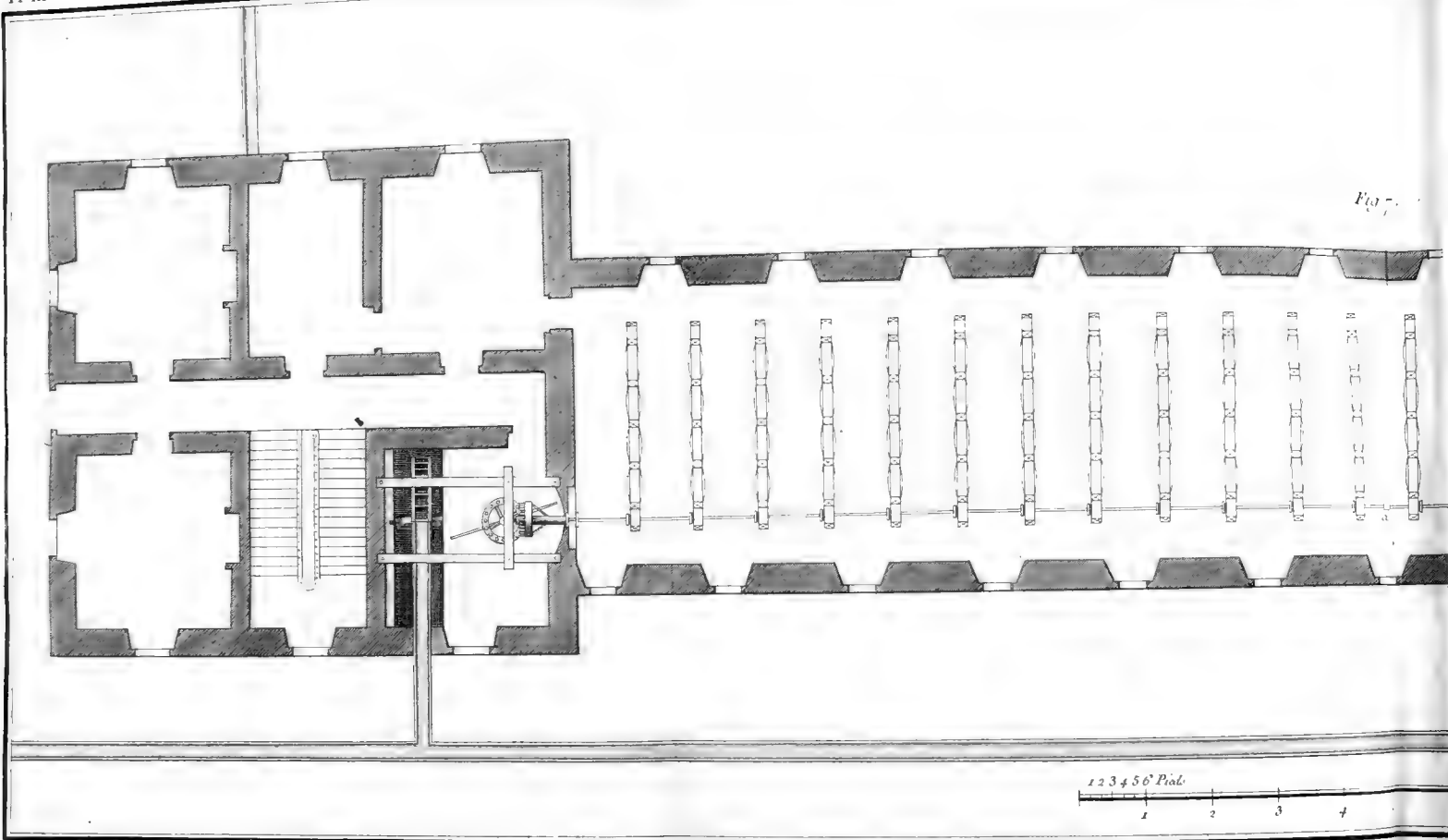


Pieds Echelle de 4 Toises.  
1 2 3 4 toises.

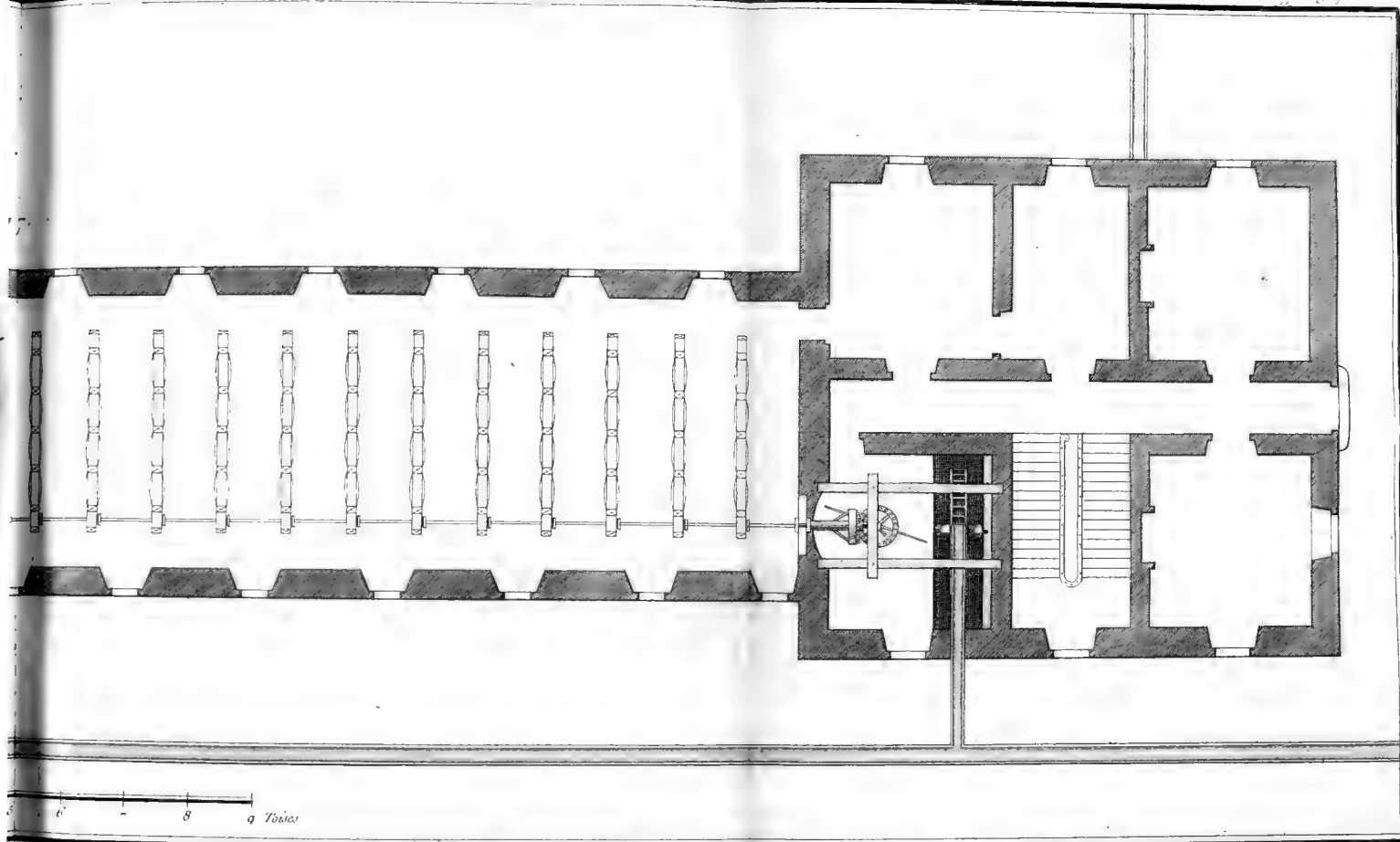


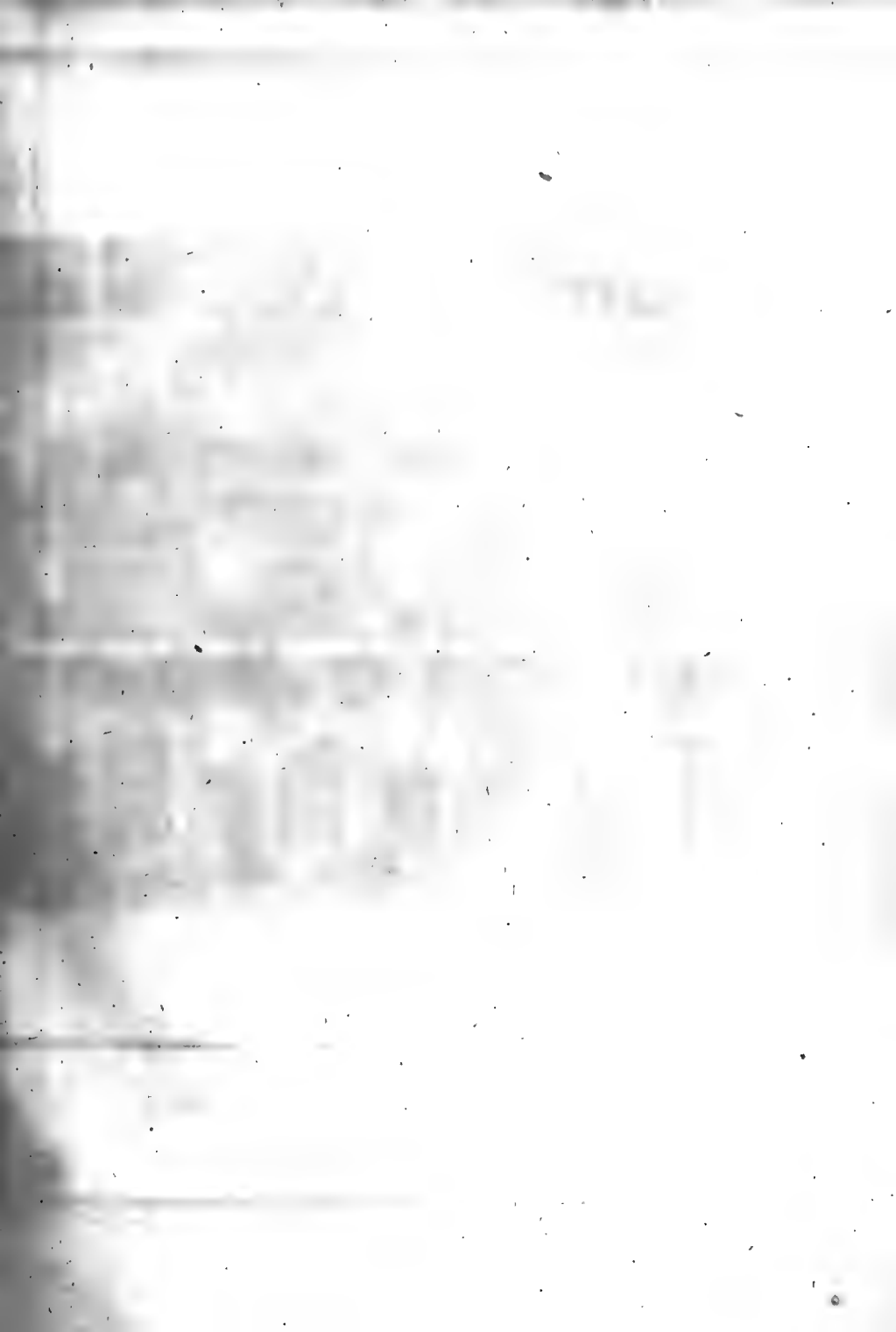


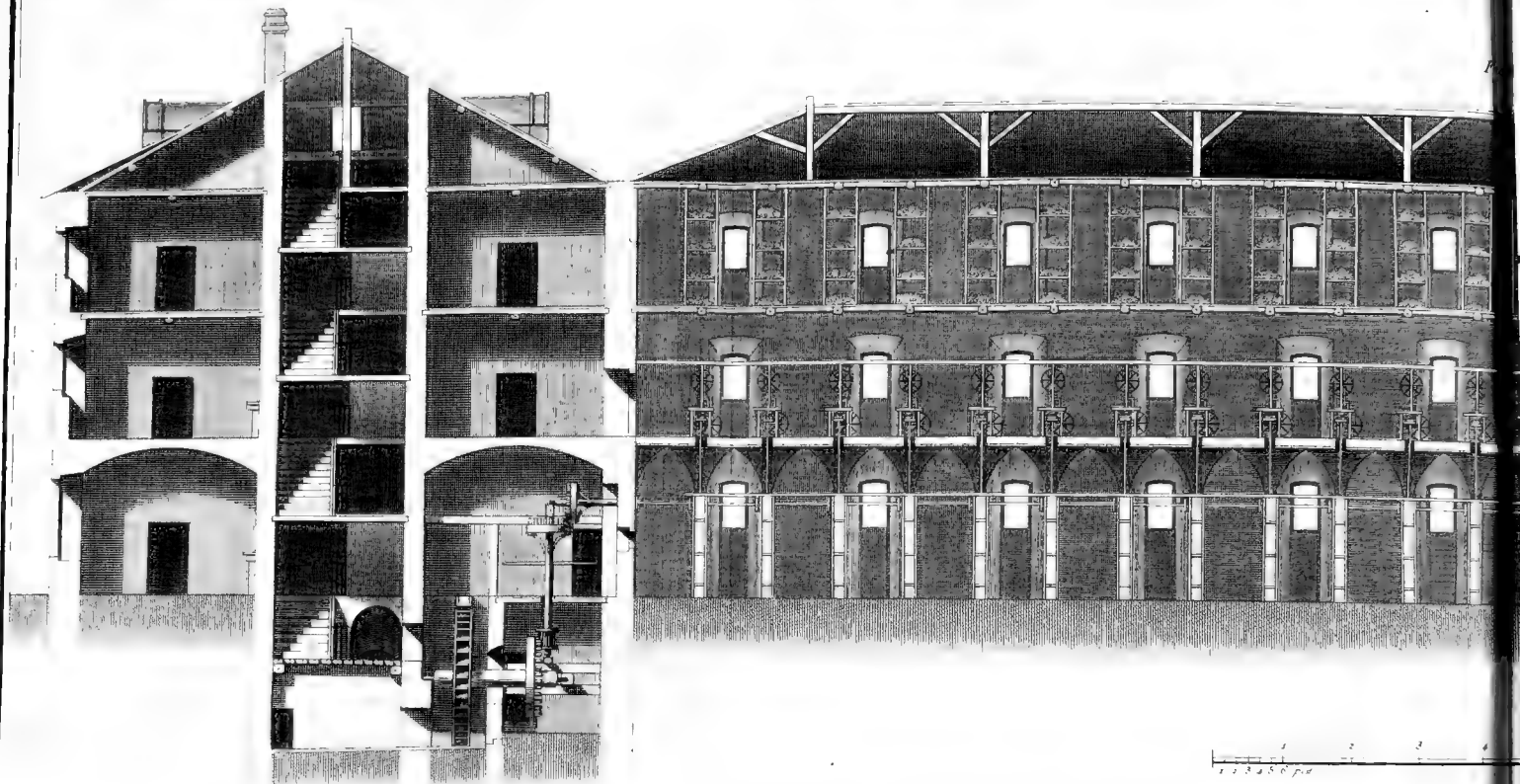


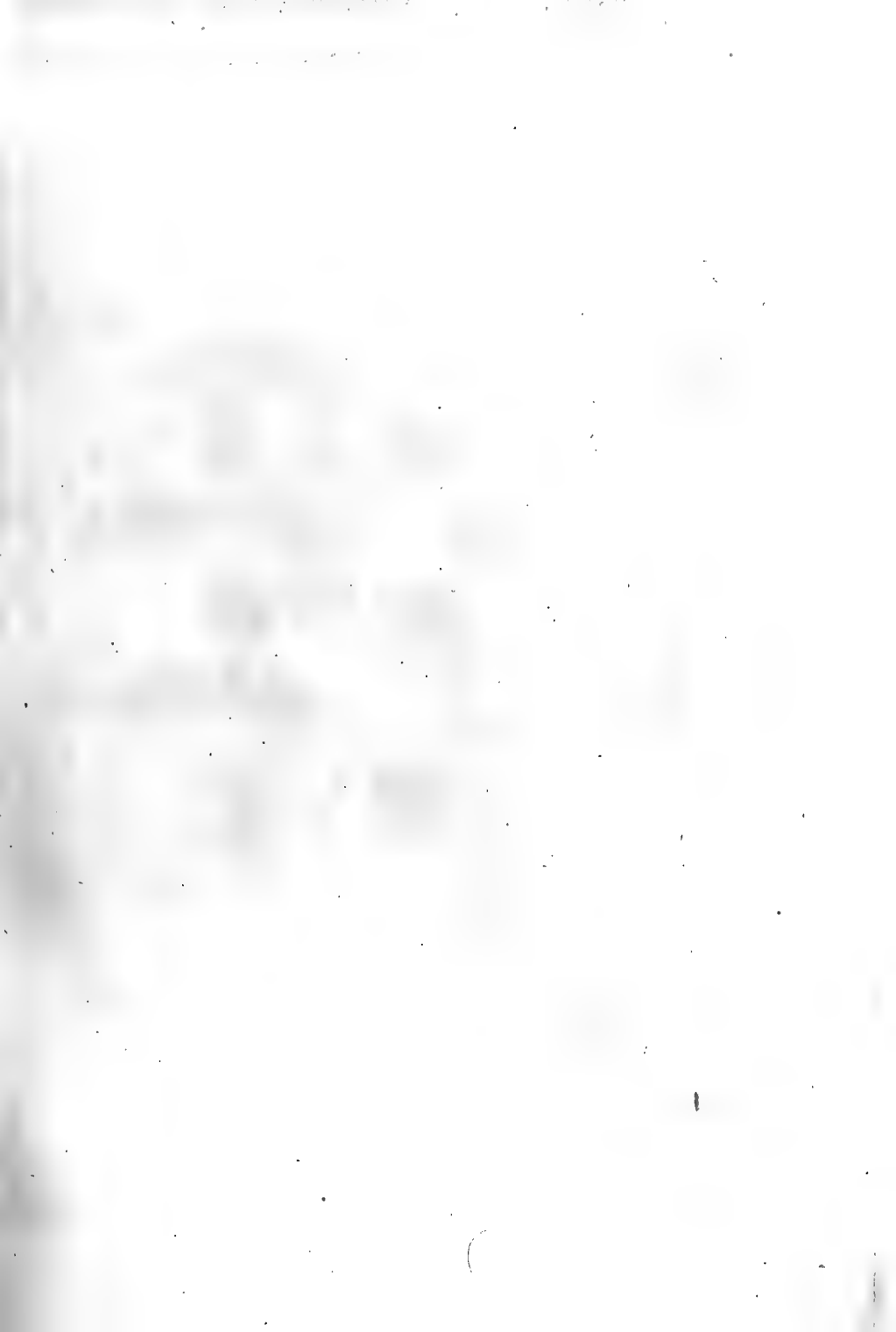


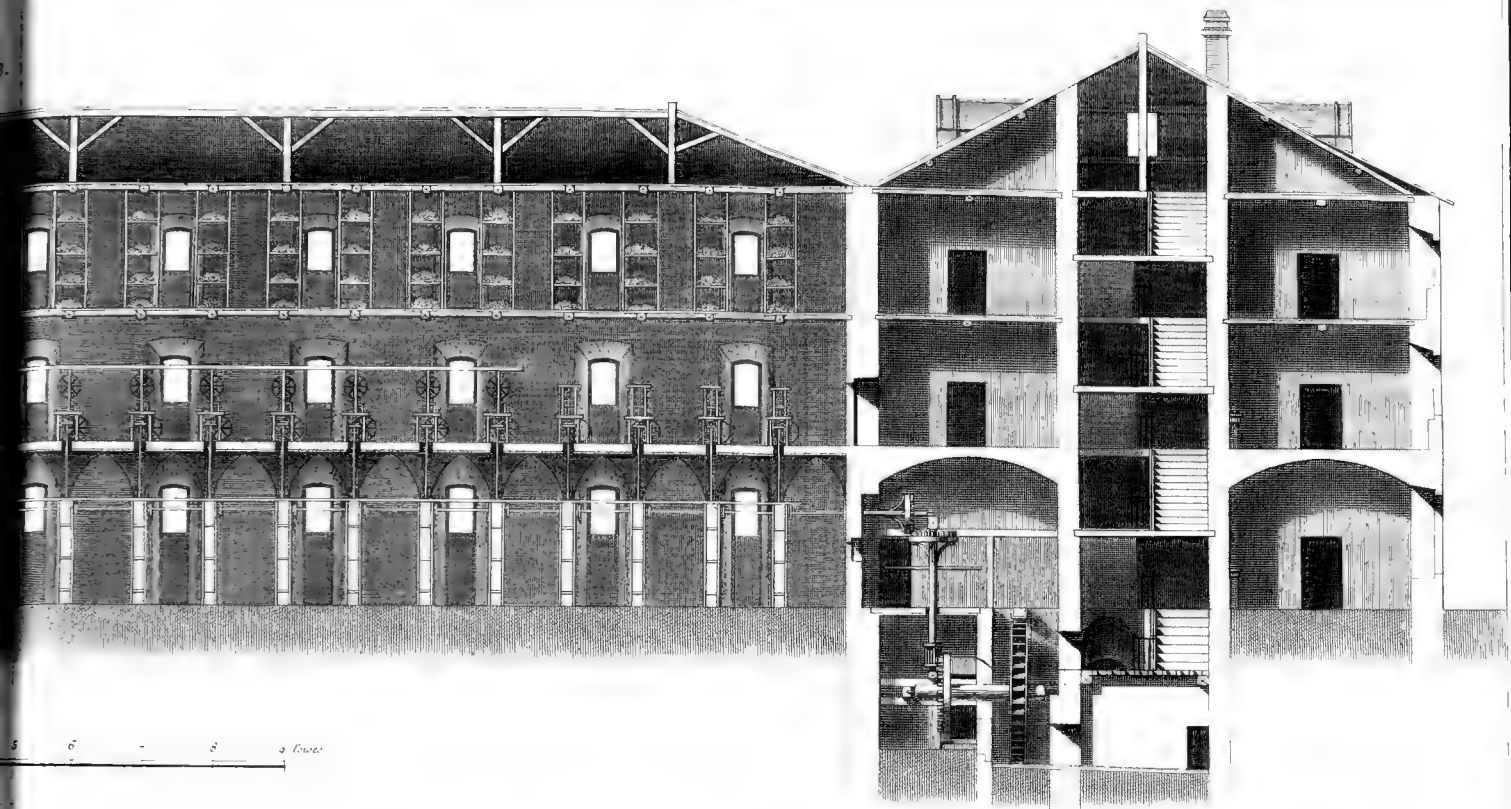






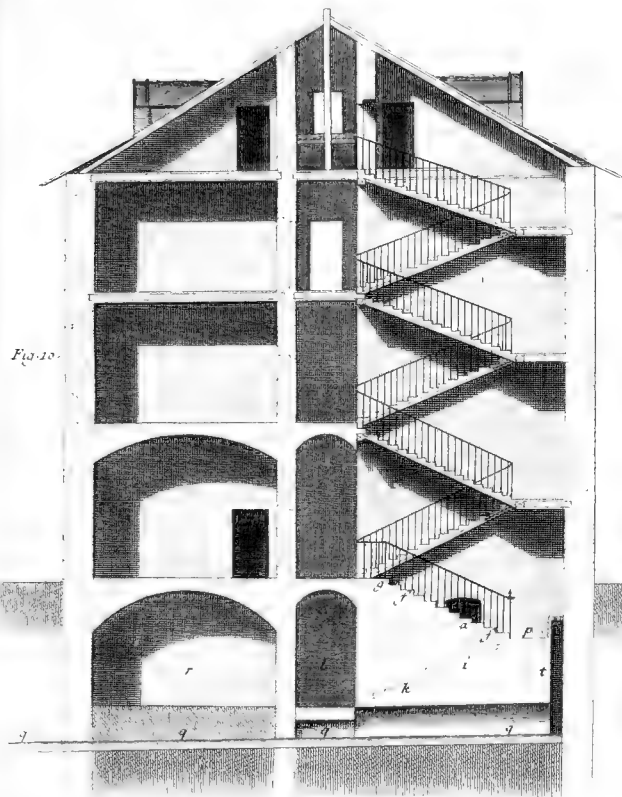






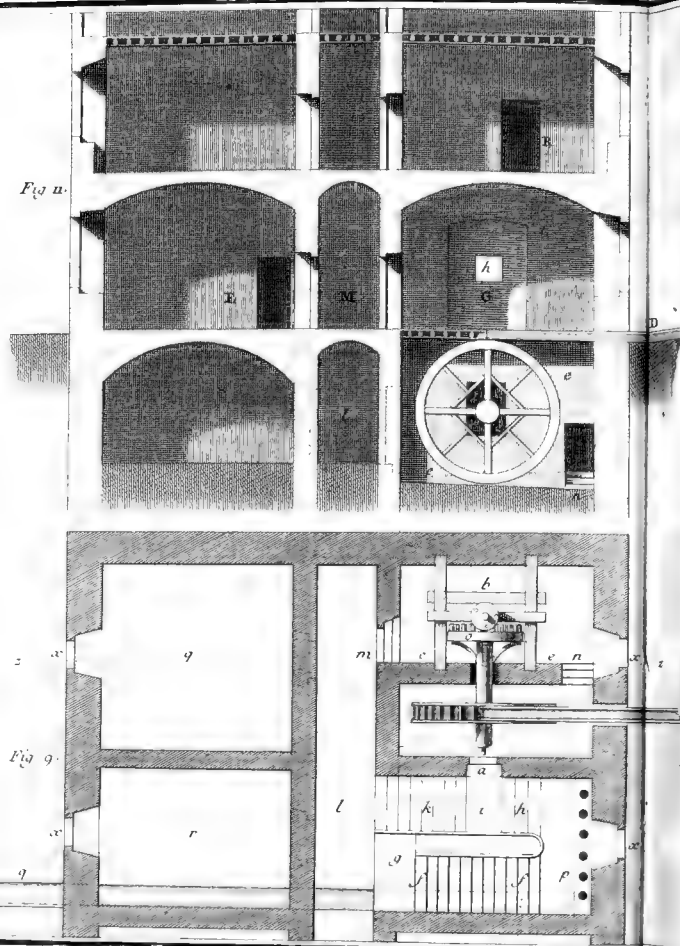


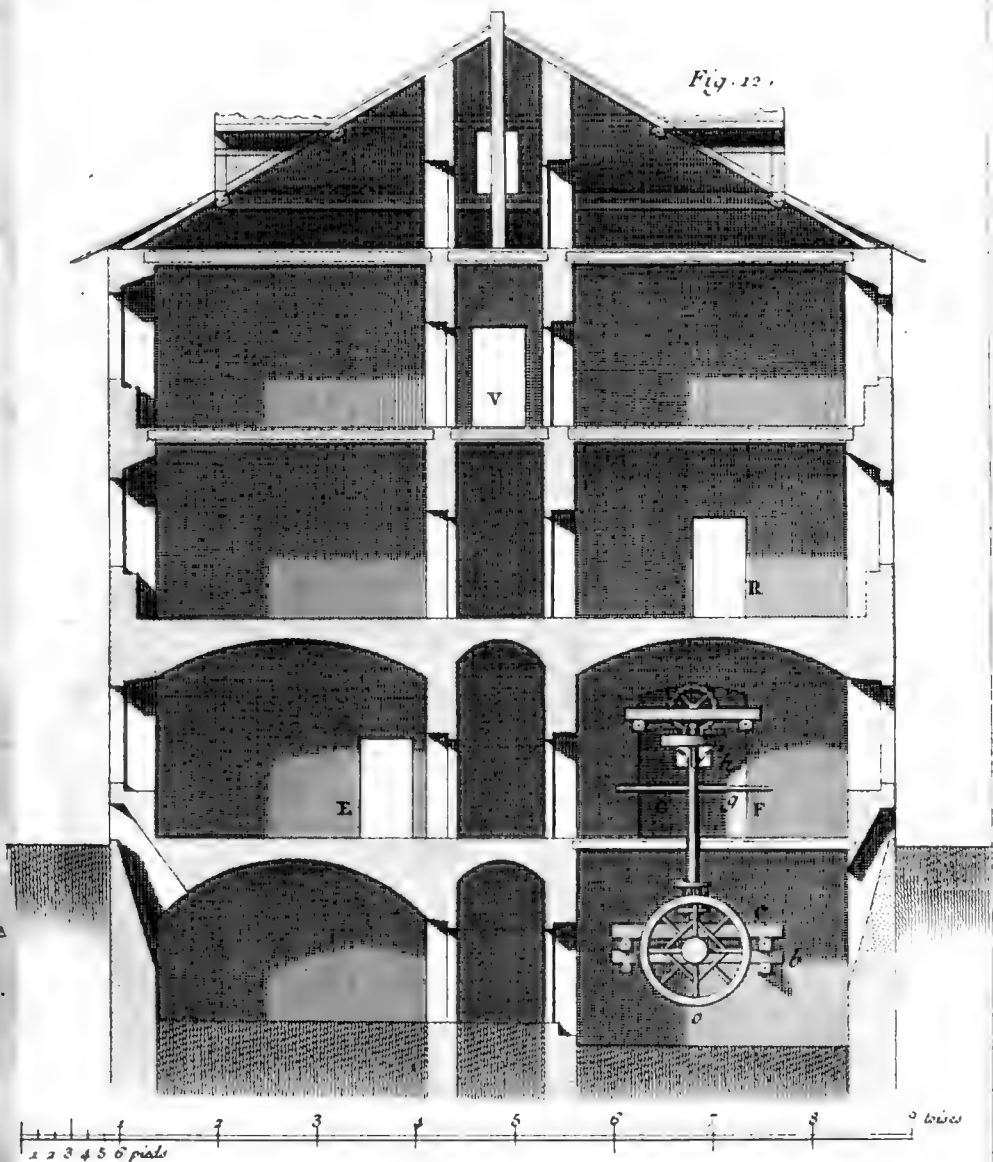




Fischer del

Fig. 21.







*xx*, sont les soupiraux nécessaires pour donner du jour à ces souterrains, & principalement à celui du rouet, dans lequel il faut que l'air circule continuellement, crainte que les bois ne se pourrissent.

*Figure 10*, est la coupe latérale du même pavillon sur la ligne de l'escalier qui est vu de profil.

*g*, est le palier de niveau au corridor par où l'on descend par les marches *ff* sur le repos *p*, où sont les lieux d'aisance, & leur tuyau *t* qui tombe dans l'eau du canal *qqq*; du repos *p*, on descend sur le second repos *i*, où est la porte *a* par où l'on va graisser le pivot de la roue, & d'où l'on continue de descendre par les marches *k* dans les caves souterraines.

*Figure 11*, est l'élevation du plan de la *figure 9*, où l'on voit en face, la roue à eau sur laquelle le coursier *D* verse l'eau; *ee* le mur de séparation; *n* la porte de ce mur, & les marches par où l'on descend dans l'excavation de la roue; *l* le corridor souterrain, la cave *q*; *M* le corridor du rez-de-chaussée; *E* la porte par où on entre dans la salle des moulins; *G* l'échancrure faite dans le mur pour le jeu du levier qui traverse l'arbre vertical; *h* la petite fenêtre vitrée, pour que ceux qui font agir le levier puissent voir le mouvement des moulins; *R* la porte par où l'on entre dans la salle du dévidage.

*Figure 12*, est une coupe totale du pavillon prise sur la ligne *zz* du plan *figure 9*, où l'on voit l'intérieur du caveau où est le rouet *o*, la traverse *b* qui porte le pivot de l'arbre de la roue à eau, & la traverse *c* qui porte celui de l'arbre vertical; le plancher *F*, sur lequel marchent ceux qui tournent le levier *g*, une traverse supérieure au-devant de laquelle appuie le tourillon de l'arbre vertical, & en dessus, celui de l'arbre horizontal qui traverse le mur pour se joindre aux menars des moulins.

On voit aussi en *G* l'échancrure du mur pour le jeu du cabestan; la petite fenêtre vitrée *h* qui donne dans la salle des moulins; la porte *E* qui est dans la pièce voûtée où l'on plie les matreaux de soie, & par où l'on entre dans la salle des moulins; la porte *R* qui donne dans la salle du dévidage au premier étage; & la porte *V* par où on entre du corridor dans la coconnière au second étage: les autres pièces servent de logement aux Ouvrières.

Notre intention n'a point été de faire connoître ici le mécanisme des moulins, ni des machines qui les font mouvoir: nous n'avons montré leur position, que pour faire voir plus sensiblement quelle doit être la forme du bâtiment qui est destiné à leur usage.



**OBSERVATION**  
**DE L'ÉCLIPSE TOTALE DE LUNE,**  
**FAITE À L'OBSERVATOIRE DE S.<sup>TE</sup> GENEVIÈVE,**

Le 30 Juillet 1776.

Par M. PINGRÉ.

31 Juillet  
1776.

**L**A Pendule a été réglée sur des hauteurs correspondantes du Soleil; les temps marqués ci-après sont tous vrais ou apparens.

Dès 9<sup>h</sup> 46', une pénombre légère paroissoit ternir l'éclat du bord oriental de la Lune.

À 10<sup>h</sup> 17' 26", je soupçonne que l'éclipse commence.

10. 18. 1, je me crois plus assuré du commencement.

10. 18. 21, je ne crois plus pouvoir en douter.

10. 19. 36, l'ombre à *Riccioli*.

10. 20. 54, l'ombre au 1.<sup>er</sup> bord de *Grimaldi*.

10. 21. 31, l'ombre au 2.<sup>d</sup> bord de la même tache.

10. 22. 24, Galilée entre dans l'ombre.

10. 28. 26, Aristarque de même.

10. 30. 26, l'ombre au milieu de Képler.

10. 30. 41, l'ombre touche *Gassendi* & la mer des Humeurs.

10. 37. 56, 1.<sup>er</sup> bord de Copernic dans l'ombre.

10. 38. 34, Ératosthène entre.

10. 39. 16, Bouillaud dans l'ombre.

10. 40. 11, l'ombre au mont Hélicon.

10. 46. 56, l'ombre au milieu de Platon.

10. 48. 11, 1.<sup>er</sup> bord de *Tycho*.

10. 49. 36, 2.<sup>d</sup> bord.

10. 51. 34, l'ombre rase la mer de Sérénité.

10. 52. 51, *Manilius* disparaît.

10. 56. 4, *Menelaüs* pareillement.

A 10<sup>h</sup> 57' 13". *Dionysius* entre dans l'ombre.

10. 59. 4, je cesse de voir *Pline*.

11. 8. 5, *Proclus* ne paroît plus.

11. 9. 29, l'ombre touche *Mare crisum*.

11. 11. 52, *Snellius* entre dans l'ombre.

11. 13. 25, *Mare crisum* en entier, & *Furnerius* dans l'ombre.

11. 13. 55, l'ombre au bord oriental de *Langrenus*.

11. 16. 50, immersion totale.

Je me disposois ensuite à observer l'occultation d'une petite étoile de la tête du Capricorne; je suivis cette Étoile jusqu'à une minute environ de distance du disque de la Lune; mais un nuage déroba la Lune & l'Étoile à ma vue. D'autres nuages couvrirent pareillement la Lune durant le temps de l'obscurité totale: ils disparurent avant l'émergence, & le ciel redevint aussi serein qu'il l'avoit été jusqu'au moment de l'immersion.

λ 12<sup>h</sup> 52' 20", commencement de l'émergence.

12. 55. 17, *Riccioli* sort de l'ombre.

12. 55. 57, *Grimaldi* commence à sortir.

12. 57. 2, il est entièrement dehors.

13. 1. 26, *Galilée* sort.

13. 6. 47, émergence d'*Aristarque*.

13. 7. 34, émergence de *Képler*.

13. 17. 18, tout *Copernic* hors de l'ombre.

13. 19. 58, l'ombre à l'*Hélicon*.

13. 25. 22, au milieu de *Platon*.

13. 09. 36, au 1.<sup>er</sup> bord de *Tycho*.

13. 11. 8, tout *Tycho* paroît.

13. 31. 12, l'ombre à *Manilius*.

13. 33. 56, *Menelaüs* sort.

13. 37. 32, Émergence de *Pline*.

13. 47. 32, *Mare crisum* commence à sortir.

13. 50. 30, j'estime la fin de l'Éclipse.

13. 51. 22, elle est certainement finie.

Pour toutes ces observations, je me suis servi d'une

lunette achromatique de 5 pieds , à deux verres objectifs  
seulement, faite par M. de l'Étang.

M. de Viallon, mon Confrère, a observé les principales  
phases de cette Éclipse, avec une lunette ordinaire de 2 pieds  
seulement; il a déterminé

Le commencement de l'éclipse à.....	10 <sup>h</sup> 19' 30".
L'immersion à.....	11. 16. 45.
L'émergence à.....	12. 52. 30.
La fin à.....	13. 50. 43.
Fin de la forte pénombre à.....	13. 52. 40.



*SUITE*



# SUITE DES RECHERCHES SUR PLUSIEURS POINTS DU SYSTÈME DU MONDE.

Par M. DE LA PLACE.

**L**ES Recherches qui font l'objet de ce Mémoire, étant une suite de celles que j'ai données dans le Volume précédent (*pages 75 & suiv.*) & que leur longueur ne m'avoit pas permis d'y insérer en entier, je conserverai ici l'ordre des articles & les dénominations de mon premier Mémoire; & comme il est nécessaire pour l'intelligence de ce qui suit, d'en rappeler les principaux résultats, je saisirai cette occasion pour les présenter d'une manière plus simple à quelques égards, que celle dont j'ai fait usage, & pour les développer avec plus d'étendue.

Remis  
le 7 Octobre  
1778.

## XXII.

CONSIDÉRONS une molécule fluide  $M$ , placée à la surface de la mer, & dont à l'origine du mouvement,  $\theta$  soit le complément de la latitude,  $\varpi$  la longitude par rapport à un premier Méridien fixe, ou qui ne participe point au mouvement de rotation de la Terre; supposons qu'après le temps  $t$ ,  $\theta$  se change en  $\theta + \alpha u$ ,  $\varpi$  en  $\varpi + n t + \alpha v$ ,  $n t$  représentant le mouvement de rotation de la Terre, &  $\alpha$  étant un coefficient extrêmement petit; soit  $\alpha y$  l'élévation de la molécule au-dessus de la surface de la mer considérée dans l'état d'équilibre auquel elle seroit parvenue depuis long-temps, sans l'action du Soleil & de la Lune. Représentons par  $\alpha \mathcal{B}$ , &  $\alpha \mathcal{C}$  l'attraction d'un sphéroïde aqueux dont le rayon est  $1 + \alpha y$ , sur la molécule  $M$ , & décomposée perpendiculairement au rayon du sphéroïde, dans le plan du Méridien & dans celui du parallèle,  $\mathcal{B}$  exprimant

*Mém. 1776.*

$Z$

la densité des eaux de la mer. Soit encore  $S$  la masse de l'astre attirant;  $\nu$ , le complément de sa déclinaison;  $\varphi$ , sa longitude comptée sur l'équateur depuis le premier Méridien;  $h$ , la distance au centre de la Terre, que nous supposons très-considérable relativement au rayon du sphéroïde terrestre dont nous prenons le demi-petit axe pour unité: que l'on fasse  $\frac{3S}{2h^3} = \alpha K$ , & que l'on désigne par  $g$  la pesanteur, & par  $l\gamma$ , la profondeur de la mer,  $l$  étant très-petit, &  $\gamma$  étant une fonction quelconque de  $\theta$ ; cela posé, nous sommes parvenus (article VI) aux trois équations suivantes dont dépend la détermination des oscillations de la mer,

$$y = - \frac{l}{\sin.\theta} \cdot \left[ \frac{\partial.(u\gamma.\sin.\theta)}{\partial\theta} \right] - l\gamma \cdot \left( \frac{\partial v}{\partial \omega} \right); (6)$$

$$\left( \frac{\partial^2 u}{\partial t^2} \right) - 2n \left( \frac{\partial u}{\partial t} \right) \cdot \sin.\theta \cdot \cos.\theta = -g \left( \frac{\partial y}{\partial \omega} \right) + \delta B + \left( \frac{\partial R}{\partial \omega} \right); (7)$$

$$\left( \frac{\partial^2 v}{\partial t^2} \right) \cdot \sin.\theta^2 + 2n \left( \frac{\partial u}{\partial t} \right) \cdot \sin.\theta \cdot \cos.\theta = -g \left( \frac{\partial y}{\partial \omega} \right) + \delta C \cdot \sin.\theta + \left( \frac{\partial R}{\partial \omega} \right); (8)$$

$$R \text{ étant égal à } K \cdot [\cos.\theta \cdot \cos.\nu + \sin.\theta \cdot \sin.\nu \cdot \cos.(\phi - nt - \omega)]^2.$$

Nous observerons d'abord sur ces équations, qu'elles supposent immobile le centre de gravité du sphéroïde recouvert par le fluide, & cette supposition est légitime, comme nous l'avons prouvé dans l'article V, toutes les fois que le fluide est dérangé de l'état d'équilibre, par l'attraction d'un astre quelconque éloigné; mais le fluide peut à l'origine du mouvement, avoir reçu un ébranlement tel que ce centre ne reste pas immobile, & qu'il fasse des oscillations autour du centre de gravité du système entier du sphéroïde & du fluide, que l'on peut toujours regarder comme immobile: pour être en droit de considérer alors le centre de gravité du sphéroïde comme étant en repos, il faut transporter continuellement en sens contraire aux molécules fluides, les forces qui l'agitent. Maintenant, il est clair que ce centre ne peut faire que des oscillations de l'ordre  $\alpha y$ ; d'où il suit que la force qui

l'âme à chaque instant ne peut être que de l'ordre  $\alpha (\frac{\partial \partial y}{\partial t^2})$ ; en transportant en sens contraire, cette force à la molécule  $M$ , il en résultera dans les équations précédentes, des termes de l'ordre  $\alpha (\frac{\partial \partial y}{\partial t^2})$ , que l'on peut rejeter comme étant de l'ordre  $\alpha l (\frac{\partial \partial u}{\partial t^2})$ . Ces équations expriment donc généralement les oscillations d'un fluide qui recouvre un sphéroïde dont le centre est supposé immobile, quelqu'ait été d'ailleurs la nature de l'ébranlement primitif, pourvu qu'on le suppose de l'ordre  $\alpha$ .

Nous observerons ensuite que l'on a par l'article *I*, en y changeant  $\mu$  en  $y$ , & en y supposant  $a = 1$ ,

$$B = 2 \left( \frac{\partial A}{\partial \theta} \right) + \frac{4}{3} \alpha \pi \cdot \left( \frac{\partial y}{\partial \theta} \right);$$

$$C \cdot \sin. \theta = 2 \left( \frac{\partial A}{\partial \varpi} \right) + \frac{4}{3} \alpha \pi \cdot \left( \frac{\partial y}{\partial \varpi} \right);$$

$\pi$  exprimant le rapport de la demi-circonférence au rayon; donc

$$B \partial \theta + C \partial \varpi \cdot \sin. \theta = 2 \cdot \left[ \left( \frac{\partial A}{\partial \theta} \right) \cdot \partial \theta + \left( \frac{\partial A}{\partial \varpi} \right) \cdot \partial \varpi \right] \\ + \frac{4}{3} \alpha \pi \cdot \left[ \left( \frac{\partial y}{\partial \theta} \right) \partial \theta + \left( \frac{\partial y}{\partial \varpi} \right) \cdot \partial \varpi \right].$$

Soit  $\alpha D = 2A - \frac{8}{3}\pi + \frac{4}{3}\alpha\pi \cdot y,$

& l'on aura

$$\delta B = \delta \cdot \left( \frac{\partial D}{\partial \theta} \right); \delta C \cdot \sin. \theta = \delta \cdot \left( \frac{\partial D}{\partial \varpi} \right).$$

La valeur de  $D$  est facile à déterminer, lorsqu'on connoît le rayon  $1 + \alpha y$  du sphéroïde, car on a par l'article *I*,

$$A = \iint \partial p \partial q \cdot [2 \sin. p^3 \cdot \sin. q^2 (1 + \alpha y) + \alpha (y^i - y) \cdot \sin. p] \\ = \frac{4}{3} \pi - \frac{2}{3} \alpha \pi y + \alpha \iint \partial p \cdot \partial q \cdot \sin. p \cdot y^i,$$

ce qui donne  $D = 2 \iint \partial p \partial q \cdot y^i \cdot \sin. p.$

## X X I I I.

Si l'on suppose  $n = 0$  &  $\gamma = 1$ , les équations (6), (7) & (9) de l'article précédent, deviendront

$$\begin{aligned} y \cdot \sin. \theta &= -l \left( \frac{\partial \cdot (u \sin. \theta)}{\partial \theta} \right) - l \left( \frac{\partial v}{\partial \varpi} \right) \cdot \sin. \theta, \\ \left( \frac{\partial^2 y}{\partial r^2} \right) &= -g \cdot \left( \frac{\partial y}{\partial \theta} \right) + \delta \cdot \left( \frac{\partial D}{\partial \theta} \right) + \left( \frac{\partial R}{\partial \theta} \right), \\ \left( \frac{\partial^2 v}{\partial r^2} \right) \cdot \sin. \theta^2 &= -g \cdot \left( \frac{\partial y}{\partial \varpi} \right) + \delta \cdot \left( \frac{\partial D}{\partial \varpi} \right) + \left( \frac{\partial R}{\partial \varpi} \right). \end{aligned}$$

La seconde de ces équations donne

$$\begin{aligned} -l \cdot \left( \frac{\partial^3 \cdot (u \sin. \theta)}{\partial r^2 \cdot \partial \theta} \right) &= l g \cdot \left( \frac{\partial^2 y}{\partial \theta^2} \right) \cdot \sin. \theta + l g \cdot \left( \frac{\partial y}{\partial \theta} \right) \cdot \cos. \theta \\ &\quad - \delta l \cdot \left( \frac{\partial^2 D}{\partial \theta^2} \right) \cdot \sin. \theta - \delta l \cdot \left( \frac{\partial D}{\partial \theta} \right) \cdot \cos. \theta \\ &\quad - l \cdot \left( \frac{\partial^2 R}{\partial \theta^2} \right) \cdot \sin. \theta - l \cdot \left( \frac{\partial R}{\partial \theta} \right) \cdot \cos. \theta. \end{aligned}$$

La troisième donne

$$-l \cdot \left( \frac{\partial^3 v}{\partial r^2 \cdot \partial \varpi} \right) \cdot \sin. \theta = l g \cdot \underbrace{\left( \frac{\partial^2 y}{\partial \varpi^2} \right)}_{\sin. \theta} - \delta l \cdot \underbrace{\left( \frac{\partial^2 D}{\partial \varpi^2} \right)}_{\sin. \theta} - l \cdot \underbrace{\left( \frac{\partial^2 R}{\partial \varpi^2} \right)}_{\sin. \theta},$$

en ajoutant ces deux équations membre à membre, & observant que l'équation

$$y \sin. \theta = -l \cdot \left[ \frac{\partial (u \sin. \theta)}{\partial \theta} \right] - l \cdot \left( \frac{\partial v}{\partial \varpi} \right) \cdot \sin. \theta,$$

donne

$$\left( \frac{\partial^2 y}{\partial r^2} \right) \cdot \sin. \theta = -l \cdot \left[ \frac{\partial^3 \cdot (u \cdot \sin. \theta)}{\partial r^2 \cdot \partial \theta} \right] - l \cdot \left( \frac{\partial^2 v}{\partial \varpi \cdot \partial r^2} \right) \cdot \sin. \theta,$$

on aura

$$\left. \begin{aligned} \left( \frac{\partial^2 y}{\partial r^2} \right) &= l g \cdot \left( \frac{\partial^2 y}{\partial \theta^2} \right) + l g \cdot \left( \frac{\partial y}{\partial \theta} \right) \cdot \frac{\cos. \theta}{\sin. \theta} + \underbrace{l g \cdot \left( \frac{\partial^2 y}{\partial \varpi^2} \right)}_{\sin. \theta^2} \\ &\quad - \delta l \cdot \left( \frac{\partial^2 D}{\partial \theta^2} \right) - \delta l \cdot \left( \frac{\partial D}{\partial \theta} \right) \cdot \frac{\cos. \theta}{\sin. \theta} - \underbrace{\delta l \cdot \left( \frac{\partial^2 D}{\partial \varpi^2} \right)}_{\sin. \theta^2} \\ &\quad - l \cdot \left( \frac{\partial^2 R}{\partial \theta^2} \right) - l \cdot \left( \frac{\partial R}{\partial \theta} \right) \cdot \frac{\cos. \theta}{\sin. \theta} - \underbrace{l \cdot \left( \frac{\partial^2 R}{\partial \varpi^2} \right)}_{\sin. \theta^2} \end{aligned} \right\}; (S)$$

C'est à l'intégration de cette équation aux différences partielles, que se réduit alors la détermination des oscillations du fluide.

Il paroît extrêmement difficile de l'intégrer généralement en y supposant  $\Delta = 0$ , & à plus forte raison en supposant  $\Delta$  quelconque; car quoiqu'il soit facile de conclure la valeur de  $D$  de celle de  $y$ , cependant la première ne dépend pas, à proprement parler, de la seconde, suivant un rapport analytique; tout ce que l'on peut faire dans l'état actuel de l'analyse, est donc de satisfaire à cette équation dans les cas particuliers dont aucun ne mérite plus d'attention, que celui dans lequel on considère le fluide, comme ayant été primitivement en équilibre.

Pour déterminer dans ce cas, les oscillations du fluide, nous observerons que l'on a par des réductions fort simples,

$$\left(\frac{\partial \partial R}{\partial \theta^2}\right) + \left(\frac{\partial R}{\partial \theta}\right) \cdot \frac{\cos. \theta}{\sin. \theta} + \frac{\left(\frac{\partial \partial R}{\partial \varpi^2}\right)}{\sin. \theta^2}$$

$$\begin{aligned} &= - K \cdot (1 + 3 \cos. 2\theta) \cdot (\cos. v^2 - \frac{1}{2} \sin. v^2) \\ &\quad - 6 K \cdot \sin. 2\theta \cdot \sin. v \cdot \cos. v \cdot \cos. (\varphi - nt - \varpi) \\ &\quad - 3 K \cdot \sin. \theta^2 \cdot \sin. v^2 \cdot \cos. (2\varphi - 2nt - 2\varpi); \end{aligned}$$

l'équation (S) deviendra donc, en y supposant d'abord  $\Delta = 0$ ,

$$\left(\frac{\partial^2 y}{\partial t^2}\right) = \lg \cdot \left(\frac{\partial \partial y}{\partial \theta^2}\right) + \lg \cdot \left(\frac{\partial y}{\partial \theta}\right) \cdot \frac{\cos. \theta}{\sin. \theta} + \lg \cdot \left(\frac{\partial \partial y}{\partial \varpi^2}\right) \cdot \frac{1}{\sin. \theta^2} \left. \begin{aligned} &+ 1 K \cdot (1 + 3 \cos. 2\theta) \cdot (\cos. v^2 - \frac{1}{2} \sin. v^2) \\ &+ 6 l K \cdot \sin. 2\theta \cdot \sin. v \cdot \cos. v \cdot \cos. (\varphi - nt - \varpi) \\ &+ 3 l K \cdot \sin. \theta^2 \cdot \sin. v^2 \cdot \cos. (2\varphi - 2nt - 2\varpi) \end{aligned} \right\} : (S')$$

Il est assez naturel de penser que la forme  $x \cdot (1 + 3 \cos. 2\theta) + x \cdot \sin. 2\theta + x'' \cdot \sin. \theta^2$ , peut satisfaire pour  $y$  à cette équation,  $x$  étant fonction de  $t$  seul, &  $x$  &  $x''$  étant fonctions de  $t$  & de  $\varpi$ ; en effet, si l'on suppose  $\left(\frac{\partial \partial x^2}{\partial \varpi^2}\right) = -x'$ ,

&  $(\frac{\partial \partial x''}{\partial \varpi^2}) = -4x''$ , on parviendra facilement aux trois équations suivantes,

$$(\frac{\partial \partial x}{\partial t^2}) + 6lgx = lK.(\cos.v^2 - \frac{1}{2}\sin.v^2),$$

$$(\frac{\partial \partial x'}{\partial t^2}) + 6lgx' = 6lK.\sin.v.\cos.v.\cos.(\phi - nt - \varpi),$$

$$(\frac{\partial \partial x''}{\partial t^2}) + 6lgx'' = 3lK.\sin.v^2.\cos.(2\phi - 2nt - 2\varpi),$$

Ces trois équations sont faciles à intégrer par les méthodes connues, & l'on déterminera les constantes arbitraires de leurs intégrales, par ces conditions que  $x$ ,  $(\frac{\partial x}{\partial t})$ ,  $x'$ ,  $(\frac{\partial x'}{\partial t})$ ,  $x''$ ,  $(\frac{\partial x''}{\partial t})$ , doivent être zéro, lorsque  $t = 0$ ; il résulte de ces mêmes conditions, que les suppositions de  $(\frac{\partial \partial x}{\partial \varpi^2}) = -x'$ , & de  $(\frac{\partial \partial x''}{\partial \varpi^2}) = -4x''$ , sont légitimes; car en différenciant l'équation en  $x'$  deux fois de suite par rapport à  $\varpi$ , & faisant  $(\frac{\partial \partial x'}{\partial \varpi^2}) = -s'$  on aura

$$(\frac{\partial \partial s'}{\partial t^2}) + 6lgs' = 6lK.\sin.v.\cos.v.\cos.(\phi - nt - \varpi).$$

Or cette équation est la même que l'équation en  $x'$ ; de plus, les deux constantes arbitraires de son intégrale sont les mêmes; car puisqu'à l'origine du mouvement on a  $x' = 0$ , &  $(\frac{\partial x'}{\partial t}) = 0$ , il est clair que l'on a à cette origine,

$$(\frac{\partial \partial x'}{\partial \varpi^2}) = 0, \text{ \& } (\frac{\partial^2 x'}{\partial \varpi^2 \partial t}) = 0; \text{ partant } s' = 0,$$

$$\text{ \& } (\frac{\partial s'}{\partial t}) = 0; \text{ donc } s' = x', \text{ ou } (\frac{\partial \partial x'}{\partial \varpi^2}) = -x'.$$

Si l'on différencie pareillement l'équation en  $x''$  deux fois de suite par rapport à  $\varpi$ , & que l'on fasse  $(\frac{\partial^2 x''}{\partial \varpi^2}) = -4s''$ , on aura

$(\frac{\partial \partial s''}{\partial t^2}) + 6lg s'' = 3IK \cdot \sin. v^2 \cdot \cos. (2\phi - 2nt - 2\omega)$ ,  
 équation qui est la même que celle en  $x''$ ; & comme on a  
 à l'origine du mouvement,  $s'' = 0$ , &  $(\frac{\partial s''}{\partial t}) = 0$ ,  
 on aura  $x'' = s''$ , partant  $(\frac{\partial^2 x''}{\partial \omega^2}) = -4x''$ .

Lorsqu'on aura déterminé par ce qui précède, la valeur de  $y$ ,  
 on aura celles de  $u$  & de  $v$ , en intégrant les équations

$$(\frac{\partial \partial u}{\partial t^2}) = -g(\frac{\partial y}{\partial \theta}) + (\frac{\partial R}{\partial \theta}),$$

$$(\frac{\partial \partial v}{\partial t^2}) \cdot \sin. \theta^2 = -g(\frac{\partial y}{\partial \omega}) + (\frac{\partial R}{\partial \omega}),$$

& en déterminant les constantes arbitraires, de manière que  
 l'on ait à l'origine du mouvement,  $u = 0$ ,  $(\frac{\partial u}{\partial t}) = 0$ ,  
 $v = 0$ ,  $(\frac{\partial v}{\partial t}) = 0$ .

Supposons maintenant  $\Delta$  quelconque, & voyons si la forme  
 précédente de  $y$  peut subsister, & si l'on peut toujours faire

$$y = x \cdot (1 + 3 \cos. 2\theta) + x' \cdot \sin. 2\theta + x'' \cdot \sin. \theta^2,$$

ou

$$y = 2x \cdot (3 \cos. \theta^2 - 1) + 2x' \cdot \sin. \theta \cdot \cos. \theta + x'' \cdot \sin. \theta^2;$$

$x'$  &  $x''$  étant des fonctions de  $\omega$  & de  $t$ , telles que

$$(\frac{\partial^2 x'}{\partial \omega^2}) = -x', \text{ \& } (\frac{\partial^2 x''}{\partial \omega^2}) = -4x''; \text{ en intégrant}$$

ces deux équations, on aura

$$x' = a \cdot \sin. (\phi - \omega) + b \cdot \cos. (\phi - \omega),$$

$$x'' = a' \cdot \sin. 2(\phi - \omega) + b' \cdot \cos. 2(\phi - \omega);$$

donc

$$y = 2x \cdot (3 \cos. \theta^2 - 1)$$

$$+ 2 \sin. \theta \cdot \cos. \theta \cdot [a \cdot \sin. (\phi - \omega) + b \cdot \cos. (\phi - \omega)]$$

$$+ \sin. \theta^2 \cdot [a' \cdot \sin. (2\phi - 2\omega) + b' \cdot \cos. (2\phi - 2\omega)],$$

Supposons pour plus de généralité,

$$y = h + h^{(1)} \cdot \cos. \theta + h^{(2)} \cdot \cos. \theta^2 + \dots + h^{(r)} \cdot \cos. \theta^r$$

$$+ \left\{ \begin{array}{l} a \cdot \sin. (\varphi - \varpi) \\ + b \cdot \cos. (\varphi - \varpi) \end{array} \right\} \cdot \sin. \theta \cdot \cos. \theta \cdot \left\{ \begin{array}{l} f + f^{(1)} \cdot \sin. \theta^2 + \dots \\ + f^{(r)} \cdot \sin. \theta^{2r} \end{array} \right\}$$

$$+ \left\{ \begin{array}{l} a' \cdot \sin. (2\varphi - 2\varpi) \\ + b' \cdot \cos. (2\varphi - 2\varpi) \end{array} \right\} \cdot \sin. \theta^3 \cdot \left\{ \begin{array}{l} p + p^{(1)} \cdot \sin. \theta^2 + \dots \\ + p^{(r)} \cdot \sin. \theta^{2r} \end{array} \right\}$$

l'équation  $\delta, \left( \frac{\partial D}{\partial \varpi} \right) = \delta C \cdot \sin. \theta$ , donnera  $\delta D = \delta C \delta \varpi \cdot \sin. \theta$ ;

on aura donc par l'art. IX,

$$\delta D = G$$

$$+ \left\{ \begin{array}{l} a \cdot \sin. (\varphi - \varpi) \\ + b \cdot \cos. (\varphi - \varpi) \end{array} \right\} \cdot \sin. \theta \cdot \cos. \theta \cdot \left\{ \begin{array}{l} \lambda + \lambda^{(1)} \cdot \sin. \theta^2 + \dots \\ + \lambda^{(r)} \cdot \sin. \theta^{2r} \end{array} \right\}$$

$$+ \frac{1}{2} \cdot \left\{ \begin{array}{l} a' \cdot \sin. (2\varphi - 2\varpi) \\ + b' \cdot \cos. (2\varphi - 2\varpi) \end{array} \right\} \cdot \sin. \theta^3 \cdot \left\{ \begin{array}{l} \mu + \mu^{(1)} \cdot \sin. \theta^2 + \dots \\ + \mu^{(r)} \cdot \sin. \theta^{2r} \end{array} \right\}$$

$\lambda, \lambda^{(1)}, \lambda^{(2)}, \&c. \mu, \mu^{(1)}, \mu^{(2)}, \&c.$  étant des coefficients faciles à

déterminer par l'article cité;  $\lambda^{(r)}$  étant égal à  $\frac{4 \delta \pi}{4r+5} \cdot f^{(r)}$ ,

&  $\mu^{(r)}$  égal à  $\frac{8 \delta \pi}{4r+5} p^{(r)}$ ;  $G$  est une constante arbitraire

qui peut être fonction quelconque de  $\theta$ ; or, il est clair que cette fonction n'est autre chose que la valeur de  $\delta D$ , lorsqu'on suppose

$$y = h + h^{(1)} \cdot \cos. \theta + \dots + h^{(r)} \cdot \cos. \theta^r;$$

& comme on a  $\delta D = 2 \delta \int p \delta q \cdot \sin. p \cdot y'$ , on aura par l'art. I.<sup>re</sup> pour  $G$ , une expression de cette forme

$G = \sigma + \sigma^{(1)} \cdot \cos. \theta + \sigma^{(2)} \cdot \cos. \theta^2 + \dots + \sigma^{(r)} \cdot \cos. \theta^r$ ;  
 $\sigma, \sigma^{(1)}, \&c.$  étant faciles à déterminer, &  $\sigma^{(r)}$  étant égal à

$$\frac{4 \pi \delta}{2s+1} \cdot h^{(r)};$$

partant



partant

$$\begin{aligned} \delta D = & \sigma + \sigma^{(1)} \cdot \cos. \theta + \sigma^{(2)} \cdot \cos. \theta^2 + \dots + \sigma^{(r)} \cdot \cos. \theta^r \\ & + \left\{ \begin{array}{l} a \cdot \sin. (\varphi - \varpi) \\ + b \cdot \cos. (\varphi - \varpi) \end{array} \right\} \cdot \sin. \theta \cdot \cos. \theta \cdot \left\{ \begin{array}{l} \lambda + \lambda^{(1)} \cdot \sin. \theta^2 + \dots \\ + \lambda^{(r)} \cdot \sin. \theta^{2r} \end{array} \right\} \\ & + \frac{1}{2} \left\{ \begin{array}{l} a' \cdot \sin. (\varphi - \varpi) \\ + b' \cdot \cos. (\varphi - \varpi) \end{array} \right\} \cdot \sin. \theta^2 \cdot \left\{ \begin{array}{l} \mathcal{L} + \mathcal{L}^{(1)} \cdot \sin. \theta^2 + \dots \\ + \mathcal{L}^{(r)} \cdot \sin. \theta^{2r} \end{array} \right\} \end{aligned}$$

Dans le cas présent,  $s = 2$ ,  $h^{(2)} = 6x$ ,  $h^{(1)} = 0$ ,  
 $r = 0$ ,  $f = 2$ ,  $p = 1$ ; d'où il est aisé de conclure,  
 $\sigma^{(2)} = \frac{24}{5} \pi \delta x$ ,  $\sigma^{(1)} = 0$ ,  $\lambda = \frac{8}{5} \pi \delta$ ,  $\mathcal{L} = \frac{8}{5} \pi \delta$ ;

partant

$$\begin{aligned} \delta D = & \frac{8}{5} \pi \delta x \cdot (3 \cos. \theta^2 - 1) + \frac{8}{5} \pi \delta x' \cdot \sin. \theta \cdot \cos. \theta \\ & + \frac{4}{5} \pi \delta x'' \cdot \sin. \theta^2 + \sigma + \frac{8}{5} \pi \delta x \\ = & \frac{4}{5} \pi \delta y + \sigma + \frac{8}{5} \pi \delta x; \end{aligned}$$

L'équation (S) se changera ainsi dans la suivante,

$$\begin{aligned} \left( \frac{\partial^2 y}{\partial t^2} \right) = & l \cdot \left( g - \frac{4}{5} \pi \delta \right) \cdot \left[ \left( \frac{\partial^2 y}{\partial \theta^2} \right) + \left( \frac{\partial y}{\partial \theta} \right) \cdot \frac{\cos. \theta}{\sin. \theta} + \frac{\left( \frac{\partial^2 y}{\partial \varpi^2} \right)}{\frac{\sin. \theta^2}{\sin. \theta^2}} \right] \\ & - l \left( \frac{\partial \partial R}{\partial \theta^2} \right) - l \left( \frac{\partial R}{\partial \theta} \right) \cdot \frac{\cos. \theta}{\sin. \theta} - l \cdot \frac{\left( \frac{\partial^2 R}{\partial \varpi^2} \right)}{\frac{\sin. \theta^2}{\sin. \theta^2}}, \end{aligned}$$

qui ne diffère de l'équation (S'), qu'en ce que  $g$  se change  
 en  $g - \frac{4}{5} \pi \delta$ ; d'où l'on voit qu'à ce changement près,  
 le cas de  $\delta$  quelconque, rentre dans celui de  $\delta = 0$ , ce  
 qui s'accorde avec ce que nous avons trouvé dans l'*art. IX*.

#### XXIV.

Considérons maintenant le cas de la Nature, dans lequel  
 $n$  n'est pas nul; au lieu de chercher à ramener, comme dans  
 le cas précédent, la détermination des oscillations du fluide

*Mém.* 1776.

Aa

à une seule équation différentielle, il est plus simple de considérer les équations (6), (7) & (9) de l'art. XXII, dont elles dépendent, sous cette forme

$$\begin{aligned} y \sin. \theta &= - l \left( \frac{\partial u'}{\partial \theta} \right) - l z' \left( \frac{\partial v}{\partial \varpi} \right), \\ \left( \frac{\partial^2 u'}{\partial t^2} \right) - 2n \left( \frac{\partial v}{\partial t} \right) z' \sin. \theta \cos. \theta &= - g z' \left( \frac{\partial y'}{\partial \theta} \right), \\ \left( \frac{\partial^2 v}{\partial t^2} \right) \sin. \theta^2 + 2n \left( \frac{\partial u'}{\partial t} \right) \frac{\sin. \theta \cos. \theta}{z} &= - g \left( \frac{\partial y'}{\partial \varpi} \right); \\ y' \text{ étant égal à } y - \frac{1}{g} D - \frac{1}{g} R, \quad z \text{ étant égal à } y \sin. \theta, \\ \& u' \text{ étant égal à } u z. \end{aligned}$$

Pour satisfaire à ces équations, supposons

$$\begin{aligned} y &= a \cos. (it + s\varpi + A), \\ y' &= a' \cos. (it + s\varpi + A), \\ u' &= b \cos. (it + s\varpi + A), \\ v &= c \sin. (it + s\varpi + A), \end{aligned}$$

$i$  &  $s$  étant des coefficients constans quelconques, &  $a$ ,  $a'$ ,  $b$ ,  $c$  étant des fonctions de  $\theta$  seul; les trois équations précédentes donneront, cela posé, les suivantes

$$\left. \begin{aligned} a \sin. \theta &= - l \left( \frac{\partial b}{\partial \theta} \right) - l s c z \\ i^2 b + 2n i c z' \sin. \theta \cos. \theta &= g z' \left( \frac{\partial a'}{\partial \theta} \right) \\ i^2 c \sin. \theta^2 + \frac{2n i b \sin. \theta \cos. \theta}{z} &= - g s a' \end{aligned} \right\}; (Z)$$

on tirera des deux dernières,

$$\begin{aligned} b &= \frac{g z' \left[ i \sin. \theta \left( \frac{\partial a'}{\partial \theta} \right) + 2n s a' \cos. \theta \right]}{i \sin. \theta (i^2 - 4n^2 \cos. \theta^2)}, \\ c &= - \frac{g \left[ i s a' + 2n \sin. \theta \cos. \theta \left( \frac{\partial a'}{\partial \theta} \right) \right]}{i \sin. \theta^2 (i^2 - 4n^2 \cos. \theta^2)}; \end{aligned}$$

en sorte que l'on connoîtra  $b$  &  $c$ , & par conséquent les vitesses horizontales  $\left( \frac{\partial u}{\partial t} \right)$ , &  $\left( \frac{\partial v}{\partial t} \right) \sin. \theta$ , du fluide

lorsqu'on aura déterminé  $a'$ . Si l'on substitue présentement ces valeurs de  $b$  & de  $c$ , dans l'équation  $a \sin. \theta = -l \left( \frac{\partial b}{\partial \theta} \right) - l s c z$ , & que l'on fasse  $\sin. \theta = x$ , &  $\partial x$  constant, on aura

$$\left. \begin{aligned} & i x^3 a \cdot (i^2 - 4n^2 + 4n^2 x^2)^{\frac{1}{2}} \\ & = -lgz i x^3 \cdot (1 - xx) \cdot (i^2 - 4n^2 + 4n^2 x^2) \cdot \left( \frac{\partial a'}{\partial x} \right) \\ & \quad + lgz \cdot i x^3 \cdot \left( \frac{\partial a'}{\partial x} \right) \cdot (i^2 + 4n^2 - 4n^2 x^2) \\ & \quad + lgsz a' \cdot \{ (is + 2n) \cdot (i^2 - 4n^2 + 4n^2 x^2) + 16n^3 x^2 (1 - xx) \} \\ & \quad - lg \left( \frac{\partial z}{\partial x} \right) x \cdot (1 - xx) \cdot (i^2 - 4n^2 + 4n^2 x^2) \cdot \left( ix \left( \frac{\partial a'}{\partial x} \right) + 2ns a' \right) \end{aligned} \right\}; (T)$$

Cette équation renferme toute la théorie des oscillations de la mer; il n'est même pas nécessaire de l'intégrer, il suffit d'y satisfaire, car nous n'avons besoin que de connoître la partie des oscillations du fluide, qui dépend de l'action du Soleil & de la Lune, & nullement celle qui est relative à l'état primitif du fluide, puisqu'il est évident qu'elle doit s'anéantir à la longue, en vertu des frottemens, & généralement des résistances que le fluide éprouve, & qui depuis long-temps l'auroient fait parvenir à l'état d'équilibre, sans les attractions du Soleil & de la Lune qui l'en dérangent sans cesse. Pour satisfaire à l'équation  $(T)$ , il est nécessaire de connoître  $i$  &  $s$ ; il faut de plus, connoître  $a'$  en  $a$ ; or, si l'on suppose que le coefficient de  $\cos. (it + s\pi + A)$ , dans  $R$ , soit  $N$ , & que celui du même cosinus dans  $\delta D$ ,

soit  $e$ , on aura,  $a' = a - \frac{e}{g} - \frac{1}{g} N$ ; on déterminera

$e$  par l'article *XXIII*, lorsqu'on connoîtra la forme de  $a$ , & pour y parvenir, on cherchera d'abord la valeur de  $a$  dans la supposition de  $\delta = 0$ ; on supposera ensuite à l'expression de  $a$ , la même forme dans le cas de  $\delta$  quelconque, avec des coefficients indéterminés, & l'on en tirera la valeur de  $e$ , & partant celle de  $a'$ ; en substituant ensuite ces valeurs de  $a$ , & de  $a'$  dans l'équation  $(T)$ , on déterminera les

coëfficiens indéterminés de l'expression de  $a$ . Cette méthode suppose à la vérité, que la valeur de  $a$  est de la même forme dans les deux cas de  $\delta = 0$ , & de  $\delta$  quelconque; mais il est facile de s'assurer par les *articles IX & XXIII*, que cette supposition est légitime, toutes les fois que la valeur de  $a$  peut être exprimée par une fonction rationnelle & entière de  $\sin. \theta$ , & de  $\cos. \theta$ .

Considérons, cela posé, les différens termes de l'expression de  $R$ ; on a par l'*article XXII*,

$$\begin{aligned} R &= K \cdot [\cos. \theta \cdot \cos. \nu + \sin. \theta \cdot \sin. \nu \cdot \cos. (\phi - nt - \varpi)]^2 \\ &= K \cdot \cos. \nu^2 + \frac{1}{2} K \cdot \sin. \theta^2 \cdot [\sin. \nu^2 - 2 \cos. \nu^2] \\ &\quad + 2 K \cdot \sin. \theta \cdot \cos. \theta \cdot \sin. \nu \cdot \cos. \nu \cdot \cos. (nt + \varpi - \phi) \\ &\quad + \frac{1}{2} K \cdot \sin. \theta^2 \cdot \sin. \nu^2 \cdot \cos. (2nt + 2\varpi - 2\phi). \end{aligned}$$

$K$ ,  $\nu$  &  $\phi$  sont donnés par la loi du mouvement de l'astre en fonctions du temps  $t$ ; & si l'on développe par la méthode de l'*article XXI*, la valeur précédente de  $R$ , on aura, 1.<sup>o</sup> au lieu de  $K \cdot \cos. \nu^2 + \frac{1}{2} K \cdot \sin. \theta^2 \cdot [\sin. \nu^2 - 2 \cos. \nu^2]$ , une suite de termes de la forme  $(K + K^{11} \cdot \sin. \theta^2) \cdot \cos. (it + A)$ ; 2.<sup>o</sup> au lieu de  $2 K \cdot \sin. \theta \cdot \cos. \theta \cdot \sin. \nu \cdot \cos. \nu \cdot \cos. (nt + \varpi - \phi)$ , une suite de termes de la forme  $K^1 \cdot \sin. \theta \cdot \cos. \theta \cdot \cos. (it + \varpi + A)$ ; 3.<sup>o</sup> au lieu de  $\frac{1}{2} K \cdot \sin. \theta^2 \cdot \sin. \nu^2 \cdot \cos. (2nt + 2\varpi - 2\phi)$ , une suite de termes de la forme  $K^1 \cdot \sin. \theta^2 \cdot \cos. (it + 2\varpi + A)$ ;  $K^1$ ,  $K^{11}$  &  $A$  étant des coëfficiens constans quelconques. La valeur de  $i$  sera peu considérable par rapport à  $n$ , dans les termes de la première forme; car on auroit  $i = 0$ , si l'astre attirant n'avoit aucun mouvement dans son orbite, auquel cas,  $K$ ,  $\nu$  &  $\phi$  seroient constans; donc les mouvemens du Soleil & de la Lune dans leurs orbites, étant beaucoup moindres que le mouvement de rotation de la Terre,  $i$  est très-petit par rapport à  $n$ , & il résulte de l'*article XXI*, que si l'on considère l'orbite de l'astre, comme circulaire,  $i$  est égal à zéro, ou à  $2m$ ,  $mt$  exprimant son moyen mouvement. Dans les termes de la seconde forme,  $i$  diffère très-peu de  $n$ , & cette différence est par l'*article*

XXI, zéro, ou  $2m$ , dans le cas de la circularité de l'orbite ; enfin, dans les termes de la troisième forme,  $i$  est peu différent de  $2n$ , & cette différence est encore zéro, ou  $2m$ , dans le cas où l'orbite de l'astre est circulaire. Nous pouvons donc ranger dans trois classes différentes, les termes de l'expression de  $R$ , & par conséquent ceux de  $y$  ; la première comprend les termes de la forme  $(K^i + K^{i+1} \sin \theta^2) \cdot \cos (it + A)$  ; ces termes sont indépendans de  $\varpi$ , & la longueur de leur période est proportionnelle au temps de la révolution de l'astre dans son orbite ; la seconde classe comprend les termes de la forme  $K^i \cdot \sin \theta \cdot \cos \theta \cdot \cos (it + \varpi + A)$ , dont la période est d'un jour à peu-près ; la troisième comprend les termes de la forme  $K^i \cdot \sin \theta^2 \cdot \cos (it + 2\varpi + A)$ , dont la période est d'environ un demi-jour. Nous allons discuter séparément ces termes & leur influence sur le flux & le reflux de la mer.

## X X V.

*Examen des termes de la première Classe.*

LES termes de cette classe que renferme l'expression de  $R$ , & qui, comme nous venons de le voir, résultent du développement de  $K \cdot \cos \theta^2 \cdot \cos v^2 + \frac{1}{2} K \cdot \sin \theta^2 \sin v^2$ , ou  $K \cdot \cos v^2 + \frac{1}{2} K \cdot \sin \theta^2 \cdot [\sin v^2 - 2 \cos v^2]$ , sont visiblement de la forme  $(K^i + K^{i+1} \sin \theta^2) \cdot \cos (it + A)$  ; en représentant donc comme ci-dessus, par  $a$ ,  $a^i$  &  $e$ , les coefficients de  $\cos (it + A)$  dans  $y$ ,  $y^i$  &  $\delta D$ , on aura par l'article précédent,

$$a^i = a - \frac{e}{g} - \frac{i}{g} \cdot [K^i + K^{i+1} x^2].$$

De plus, il faudra supposer  $s = 0$  dans l'équation (T), & comme  $i$  est très-petit par rapport à  $n$ , on pourra y négliger  $i^2$  eu égard à  $n^2$ . Si l'on considère ensuite le sphéroïde terrestre comme un ellipsoïde de révolution, la profondeur de la mer sera  $l + q \sin \theta^2$ , en sorte que l'on aura  $\gamma = 1 + \frac{q}{l} \sin \theta^2$ , ce qui donne  $z = x + \frac{q}{l} x^3$ ,

$q$  étant un coefficient constant quelconque très-petit & du même ordre que  $l$ ; l'équation  $(T)$  deviendra ainsi

$$\frac{4n^2}{lg} \cdot ax \cdot [1 - xx] = x \cdot \left( \frac{\partial \partial a'}{\partial x^2} \right) \cdot [1 + \left( \frac{q}{l} - 1 \right) x^2 - \frac{q}{l} x^4] \\ + \left( \frac{\partial a'}{\partial x} \right) \cdot [1 + \frac{3q}{l} x^2 - \frac{2q}{l} x^4]; (T')$$

pour y satisfaire, supposons

$$a = h + h^{(1)} \cdot x^2 + h^{(2)} \cdot x^4 + h^{(3)} \cdot x^6 + \&c.$$

Nous aurons par l'article *XXIII*,

$$\frac{e}{g} = \frac{1}{g} [\sigma + \sigma^{(1)} \cdot x^2 + \sigma^{(2)} \cdot x^4 + \sigma^{(3)} \cdot x^6 + \&c.]$$

partant

$$a' = h - \frac{\sigma}{g} - \frac{1}{g} K^1 + \left[ h^{(1)} - \frac{\sigma^{(1)}}{g} - \frac{1}{g} K^{11} \right] \cdot x^2 \\ + \left[ h^{(2)} - \frac{\sigma^{(2)}}{g} \right] \cdot x^4 + \&c;$$

en substituant ces valeurs de  $a$  & de  $a'$  dans l'équation  $(T')$ , & comparant les coefficients des différentes puissances de  $x$ , nous aurons une suite d'équations dont la  $(r + 3)^{i\text{ème}}$  sera

$$\frac{4n^2}{lg} \cdot [h^{(r+2)} - h^{(r+1)}] = (2r + 6)^2 \cdot \left[ h^{(r+3)} - \frac{\sigma^{(r+3)}}{g} \right] \\ + (2r + 4) \cdot \left[ \frac{q}{l} \cdot (2r + 6) - (2r + 3) \right] \cdot \left[ h^{(r+2)} - \frac{\sigma^{(r+2)}}{g} \right] \\ - (2r + 2) \cdot (2r + 3) \cdot \frac{q}{l} \cdot \left[ h^{(r+1)} - \frac{\sigma^{(r+1)}}{g} \right].$$

Si l'on suppose que la suite  $h + h^{(1)} \cdot x^2 + h^{(2)} \cdot x^4 + \&c.$  se termine après le terme  $h^{(r+1)} \cdot x^{2r+2}$ , on aura non-seulement  $h^{(r+2)} = 0$ ,  $h^{(r+3)} = 0$ , mais encore  $\sigma^{(r+2)} = 0$ ,  $\sigma^{(r+3)} = 0$ , &c. de plus, on a par l'article *XXIII*,

$$\frac{\sigma^{(r+1)}}{g} = \frac{4 \cdot \delta^1 \pi \cdot h^{(r+1)}}{(4r + 5) \cdot g}$$

l'équation précédente donnera ainsi

$$\frac{4n^2}{lg} = (2r+2) \cdot (2r+3) \cdot \frac{q}{l} \cdot \left[ 1 - \frac{4\delta\pi}{(4r+5) \cdot g} \right];$$

or si l'on nomme  $\delta^{(1)}$  la densité moyenne du sphéroïde terrestre, on a à très-peu-près  $g = \frac{4}{3}\pi\delta^{(1)}$ ; on aura donc

$$q = \frac{2n^2}{g \left( 1 - \frac{3\delta}{(4r+5) \cdot \delta^{(1)}} \right) \cdot (2r^2 + 5r + 3)}.$$

On déterminera ensuite  $h$ ,  $h^{(1)}$ ,  $h^{(2)}$ ,  $h^{(r+1)}$ , au moyen des  $r+2$  équations que donne la comparaison des coefficients des puissances de  $x$ .

Si l'on prend un grand nombre de termes dans la suite  $h + h^{(1)} \cdot x^2 + h^{(2)} \cdot x^4 + \dots$  &c. ou, ce qui revient au même, si l'on suppose  $r$  considérable, on aura à très-peu près  $q = 0$ , en sorte que la valeur de  $a$ , que l'on déterminera par la méthode précédente, sera la même à très-peu près que si la profondeur de la mer étoit constante; cette méthode peut donc servir à trouver des valeurs approchées de  $a$ , dans cette hypothèse de profondeur, qui, comme nous le verrons dans l'article suivant, est à peu-près celle de la Nature: il n'est pas même nécessaire de prendre pour  $r$  un très-grand nombre, car en faisant par exemple,  $r = 10$ , on a

$$q = \frac{2n^2}{253 \cdot g \left[ 1 - \frac{\delta}{15\delta^{(1)}} \right]};$$

or cette valeur de  $q$  étant du même ordre que  $\left(\frac{n^2}{g}\right)^2$ , peut sans erreur sensible, être supposée égale à zéro.

Il est essentiel de prévenir ici une difficulté fondée sur ce que la masse entière du fluide doit rester constamment la même, ce qui exige, ainsi que nous l'avons remarqué dans l'article XII, que la double intégrale  $\iint y \partial \theta \cdot \partial \varpi \cdot \sin. \theta$  soit nulle, en la prenant depuis  $\theta = 0$  jusqu'à  $\theta = 180^\circ$ ,

& depuis  $\varpi = 0$  jusqu'à  $\varpi = 360^\circ$ ; or il est nécessaire pour cela que l'on ait dans les mêmes limites,

$$0 = \int a \partial \theta \cdot \partial \varpi \cdot \sin. \theta \cdot \cos. (\text{it} + A),$$

& par conséquent

$$0 = \int a \partial \theta \cdot \sin. \theta;$$

en substituant au lieu de  $a$  la valeur que nous venons de trouver, il semble qu'il doit en résulter une nouvelle équation entre les coefficients  $h$ ,  $h^{(1)}$ ,  $h^{(2)}$ , &c. & comme on a déjà entre ces mêmes coefficients, un nombre d'équations suffisant pour les déterminer; en substituant dans la nouvelle équation leurs valeurs connues, on aura une équation de condition entre les quantités  $n$ ,  $l$ ,  $\delta$  &  $\delta^{(1)}$ , en sorte que la solution précédente ne paroît pas s'étendre au cas général où ces quantités sont quelconques.

Cette difficulté cessera d'en être une, si nous faisons voir que lorsqu'on aura déterminé  $a$  par la méthode précédente, la quantité  $\int a \partial \theta \cdot \sin. \theta$  s'évanouira d'elle-même; pour cela, reprenons la première des équations (Z) de l'article précédent, & observons que dans le cas présent, elle devient

$$a \cdot \sin. \theta = -l \cdot \left( \frac{\partial b}{\partial \theta} \right).$$

Partant,

$$\int a \partial \theta \cdot \sin. \theta = -l \cdot b + H = -\frac{lgz \cdot \left( \frac{\partial a^1}{\partial \theta} \right)}{i^2 - 4n^2 \cos. \theta^2} + H,$$

$H$  étant une constante arbitraire qui doit être telle que  $\int a \partial \theta \cdot \sin. \theta$  soit nulle lorsque  $\theta = 0$ , & comme on a dans

ce cas  $-lgz \cdot \left( \frac{\partial a^1}{\partial \theta} \right) = 0$ , on aura  $H = 0$ ; de

plus l'intégrale  $\int a \partial \theta \cdot \sin. \theta$  devant se terminer lorsque

$\theta = 180^\circ$ , on a encore dans ce cas,  $-lgz \cdot \left( \frac{\partial a^1}{\partial \theta} \right) = 0$ :

partant, on aura  $\int a \partial \theta \cdot \sin. \theta = 0$ , pourvu que la valeur de  $a$  soit telle qu'elle satisfasse à l'équation (T'); d'où il suit



soit que la condition d'une quantité de fluide toujours constante, est remplie par la nature même des équations qui nous servent à déterminer les coefficients  $h$ ,  $h^1$ ,  $h^2$ ... &c.

L'analyse précédente suppose que dans  $\cos. (it + A)$ ,  $i$  n'est pas exactement nul; mais il est facile de s'assurer que l'expression de  $R$  renferme des termes de la forme

$$(K^1 + K^{11} x^2) \cdot \cos. A;$$

pour déterminer la partie de l'expression de  $y$ , qui répond à ces termes, il faut recourir aux équations ( $Z$ ) de l'article précédent, & y supposer  $i = 0$  &  $s = 0$ ; elles se réduisent alors, quel que soit  $z$ , aux deux suivantes,

$$a \cdot \sin. \theta = -l \cdot \left( \frac{\partial b}{\partial \theta} \right), \text{ \& } 0 = g \left( \frac{\partial a^1}{\partial \theta} \right);$$

d'où l'on tirera facilement comme dans l'article XII,

$$a = \frac{-K^{11}}{6g \cdot \left( 1 - \frac{3J}{5J^{(1)}} \right)} \cdot (1 + 3 \cos. 2\theta);$$

en sorte que la partie de l'expression de  $y$ , qui répond aux termes de la forme  $(K^1 + K^{11} x^2) \cdot \cos. A$  dans  $R$ , est

$$y = \frac{-K^{11} \cos. A}{6g \cdot \left( 1 - \frac{3J}{5J^{(1)}} \right)} \cdot [1 + 3 \cos. 2\theta].$$

On voit par-là que les suppositions de  $i = 0$  & de  $i$  très-petit, donnent pour  $a$  des résultats entièrement différens, & que ces résultats sont sensiblement les mêmes pour toutes les valeurs de  $i$ , quelle que soit leur petitesse, pourvu qu'elles ne soient pas nulles; mais il est très-essentiel d'observer ici que les oscillations du fluide qui dépendent des termes de la forme  $\cos. (it + A)$ , étant extrêmement lentes, les résistances en tout genre que le fluide éprouve, doivent les dénaturer d'autant plus que leurs périodes sont plus longues, de manière que l'on peut supposer à  $i$  une si petite valeur que sans être exactement nulle, elle donne cependant pour

a la même quantité que la supposition de  $i = 0$ . Nous sommes déjà parvenus à ce résultat dans l'article XXI, en supposant que le fluide éprouve une légère résistance proportionnelle à la vitesse; on peut s'en assurer encore *a priori* de la manière suivante.

La partie de l'expression de  $y$  qui répond aux termes  $K \cos. \theta^2 \cdot \cos. v^2 + \frac{1}{2} K \cdot \sin. \theta^2 \sin. v^2$  de l'expression de  $R$ , représente les oscillations de la mer dans le cas où elle seroit attirée par quatre Astres dont les masses seroient chacune le quart de la masse de l'astre  $S$ , & qui placés aux mêmes distances que lui de l'Équateur & du centre de la Terre, auroient des mouvemens entièrement semblables, le premier se confondant avec l'astre  $S$  même, le second en étant constamment à  $90^\circ$  de distance en longitude, le troisième à  $180^\circ$ , & le quatrième à  $270^\circ$ ; en effet, si dans l'expression  $K \cdot [\cos. \theta \cdot \cos. v + \sin. \theta \cdot \sin. v \cdot \cos. (\varphi - nt - \varpi)]^2$  de  $R$ , on change  $S$  en  $\frac{1}{4} \cdot S$ , ou, ce qui revient au même,  $K$  en  $\frac{1}{4} \cdot K$ ; que l'on y fasse successivement  $\varphi$  égal à  $\varphi$ ,  $\varphi + 90^\circ$ ,  $\varphi + 180^\circ$ ,  $\varphi + 270^\circ$ , & que l'on ajoute les quatre valeurs de  $R$  qui en résultent, il est visible que leur somme fera  $K \cos. \theta^2 \cdot \cos. v^2 + \frac{1}{2} K \cdot \sin. \theta^2 \cdot \sin. v^2$ . Il suit de-là que si les quatre Astres dont il s'agit ne changeoient ni de parallèle, ni de distance au centre de la Terre, quel que fût d'ailleurs leur mouvement, le fluide soumis à leur attraction finiroit à la longue par prendre l'état d'équilibre, & comme alors  $K$  &  $v$  seroient constans, on auroit par ce qui précède,

$$y = \frac{K \cdot [\cos. v^2 + \frac{1}{2} \sin. v^2]}{6g \cdot (1 - \frac{3}{5} \frac{d^2}{d^2})} \cdot (1 + 3 \cos. 2\theta).$$

Supposons maintenant que  $T$  soit le temps nécessaire au fluide pour se mettre en équilibre, en vertu des résistances qu'il éprouve & en partant d'un état donné, & que dans cet intervalle,  $K$  &  $v$  changent extrêmement peu; il est clair que lorsqu'après un temps considérable,  $K$  &  $v$  auront

éprouvé un changement sensible & seront devenus  $K$  &  $v$ , le fluide prendra l'état d'équilibre qui convient aux nouvelles quantités  $K$  &  $v$ , & qu'ainsi l'on aura

$$y = \frac{{}^1K \cdot [\cos. {}^1v^2 - \frac{1}{2} \sin. {}^1v^2]}{6g \left(1 - \frac{3\Delta}{5\Delta^{(1)}}\right)} \cdot (1 + 3 \cos. 2\theta);$$

on peut donc employer alors généralement l'expression

$$y = \frac{K \cdot [\cos. v^2 - \frac{1}{2} \sin. v^2]}{6g \cdot \left(1 - \frac{3\Delta}{5\Delta^{(1)}}\right)} \cdot (1 + 3 \cos. 2\theta).$$

$K$  &  $v$  étant considérés comme des fonctions du temps  $t$ , qui varient très-peu durant le temps  $T$ : l'exactitude du résultat précédent dépend de la petitesse de ces variations & de l'intensité de la résistance; le moyen le plus simple de juger de cette exactitude dans un cas donné, est d'imaginer d'abord les quatre astres précédens mûs dans le plan de l'Équateur, & le fluide en équilibre; de transporter ensuite par la pensée ces astres sur le parallèle le plus éloigné de l'Équateur auquel ils puissent parvenir, & de les faire mouvoir sur ce parallèle jusqu'à ce que le fluide ait pris l'état d'équilibre qui convient à ces nouvelles positions; si le temps nécessaire au fluide pour prendre ce nouvel état d'équilibre, est beaucoup moindre que celui que les astres emploient à parvenir de l'Équateur à leur plus grande déclinaison, on pourra sans erreur sensible, faire usage de la valeur précédente de  $y$ .

Quoique nous ignorions la loi des résistances que la mer éprouve, il est cependant très-vraisemblable que ce temps seroit considérablement plus petit que trois mois, & qu'il n'excéderoit peut-être pas douze ou quinze jours: on peut donc supposer relativement au Soleil, que la partie de l'expression de  $y$ , qui répond aux termes  $K \cdot \cos. \theta^2 \cdot \cos. v^2 + \frac{1}{2} K \cdot \sin. \theta^2 \cdot \sin. v^2$ , est

$$\frac{K [\cos. v^2 - \frac{1}{2} \sin. v^2]}{6g \cdot \left(1 - \frac{3\Delta}{5\Delta^{(1)}}\right)} \cdot [1 + 3 \cdot \cos. 2\theta].$$

Cette supposition est moins exacte pour la Lune à cause de la rapidité de son mouvement, mais vu l'ignorance où nous sommes sur la nature & la loi de résistance qu'éprouvent les eaux de la mer, il paroît impossible de fixer par la théorie la valeur de  $\gamma$  correspondante à ces termes; nous nous en tiendrons conséquemment à la précédente, l'erreur qui en résulte étant de peu d'importance dans la théorie du flux & du reflux, puisqu'elle ne peut influencer sensiblement que sur les hauteurs absolues des eaux, relativement aux différentes déclinaisons de la Lune, & nullement sur les différences de la haute à la basse mer.

## X X V I.

*Examen des termes de la seconde classe.*

Les termes de la seconde classe que renferme l'expression de  $R$ , & qui, comme nous l'avons vu, résultent du développement de  $2K \cdot \sin. \nu \cdot \cos. \nu \cdot \sin. \theta \cdot \cos. \theta \cdot \cos. (nt + \varpi - \phi)$ , sont de la forme  $K' \cdot \sin. \theta \cdot \cos. \theta \cdot \cos. (it + \varpi + A)$ ; il faut donc supposer  $s = 1$ , dans l'équation (T) de l'article XXIV, que l'on pourra mettre ainsi sous cette forme,

$$\begin{aligned} & i x^3 \cdot a \cdot (i^2 - 4n^2 + 4n^2 x^2)^2 \\ &= -lgz \cdot i^3 x^2 \sqrt{(1 - xx)} \cdot \frac{\partial \cdot \left( \frac{\partial a'}{\partial x} \right) \sqrt{(1 - xx)}}{\partial x} \\ &+ 4n \lgz \cdot i x^2 \cdot (1 - xx)^2 \cdot \left( \frac{\partial \partial a'}{\partial x^2} \right) + 4n^2 \lgz \cdot i x^3 \cdot (1 - xx) \cdot \left( \frac{\partial a'}{\partial x} \right) \\ &+ \lgz a' \cdot [(i + 2n) \cdot (i^2 - 4n^2 + 4n^2 x^2) + 16n^3 \cdot x^2 \cdot (1 - xx)] \\ &- \lgx \cdot \left( \frac{\partial z}{\partial x} \right) \cdot (1 - xx) \cdot (i^2 - 4n^2 + 4n^2 x^2) \cdot [ix \cdot \left( \frac{\partial a'}{\partial x} \right) + 2na']; \end{aligned}$$

or si l'on y suppose, comme dans l'article précédent,  $z = x + \frac{q}{l} x^3$ , & que l'on fasse

$$a = \sin. \theta \cdot \cos. \theta \cdot [f + f^{(1)} \cdot \sin. \theta^2 + f^{(2)} \cdot \sin. \theta^4 + \dots + f^{(r)} \cdot \sin. \theta^{2r}].$$

il est aisé de s'assurer par un calcul analogue à celui de l'article

précédent, & par quelques considérations fort simples sur la formation de l'équation (T), qu'elle sera satisfaite, pourvu que l'on ait

$$q = \frac{2n^2}{g \left(1 - \frac{3\delta}{(4r+5)\delta^{(1)}}\right) \cdot (2r^2 + 5r + 5 + \frac{n}{i})},$$

ce qui s'accorde avec ce que nous avons trouvé par une autre méthode, dans l'article XVI; quant à la condition d'une quantité de fluide toujours constante, ou, ce qui revient au même, à l'équation  $0 = \iint y \, d\varpi \cdot d\theta \cdot \sin. \theta$ , elle est évidemment satisfaite, parce que l'on a

$$\int d\varpi \cdot \cos. (it + \varpi + A) = 0;$$

mais pour ne pas nous embarrasser ici dans des calculs inutiles, nous supposons, conformément à ce qui a lieu dans la Nature, que  $i$  est à peu-près égal à  $n$ , en sorte qu'en cherchant à satisfaire à l'équation (T), nous négligerons la différence  $i - n$ ; cette équation deviendra ainsi,

$$\begin{aligned} & n^2 x^3 \cdot a \cdot (3 - 4xx)^2 \\ = & \lg z \cdot x^2 \cdot (1 - xx) \cdot (3 - 4x^2) \cdot \left(\frac{\partial \partial a^1}{\partial x^2}\right) \\ & + \lg z \cdot x^3 \cdot \left(\frac{\partial a^1}{\partial x}\right) \cdot (5 - 4x^2) \\ & + \lg z \cdot a^1 \cdot [16x^2 \cdot (1 - xx) - 3(3 - 4x^2)] \\ & + \lg \cdot \left(\frac{\partial z}{\partial x}\right) \cdot (1 - xx) \cdot (3 - 4x^2) \cdot \left[x^2 \left(\frac{\partial a^1}{\partial x}\right) + 2xa^1\right]; \end{aligned}$$

or on peut y satisfaire en supposant

$$a = f \cdot \sin. \theta \cdot \cos. \theta = fx \sqrt{(1 - xx)};$$

car alors, on a par l'article XXIII,

$$\frac{e}{g} = \frac{4 \cdot \delta \cdot \pi}{5g} \cdot fx \cdot \sqrt{(1 - xx)} = \frac{3\delta}{5\delta^{(1)}} \cdot fx \sqrt{(1 - xx)};$$

$$\text{l'équation } a^1 = a - \frac{e}{g} - \frac{K^1}{g} \cdot \sin. \theta \cdot \cos. \theta,$$

donnera donc,

$$a^1 = \left[ f \cdot \left(1 - \frac{3\delta}{5\delta^{(2)}}\right) - \frac{K^1}{g} \right] \cdot x \sqrt{(1 - xx)}.$$

En supposant donc dans l'équation différentielle précédente,  $z = x + \frac{q}{i} x^3$ , & en y substituant ces valeurs de  $a$  & de  $a'$ , on trouvera facilement qu'elles y satisfont, pourvu que l'on ait

$$f = \frac{2 K' q}{2 q g \cdot \left(1 - \frac{3 \mathcal{A}}{5 \mathcal{A}^{(1)}}\right) - n^2}.$$

Il suit de-là que la partie de l'expression de  $y$  qui répond au terme  $K' \sin. \theta \cdot \cos. \theta \cdot \cos. (it + \varpi + A)$  de l'expression de  $R$ , est à très-peu près,

$$\frac{\frac{2 q}{2 q g \cdot \left(1 - \frac{3 \mathcal{A}}{5 \mathcal{A}^{(1)}}\right) - n^2} \cdot K' \sin. \theta \cdot \cos. \theta \cdot \cos. (it + \varpi + A),$$

& ce résultat est d'autant plus exact que  $i$  diffère moins de  $n$ .

Si l'on désigne par  $\Sigma . K' \sin. \theta \cdot \cos. \theta \cdot \cos. (it + \varpi + A)$ , la somme de tous les termes de la forme

$$K' \sin. \theta \cdot \cos. \theta \cdot \cos. (it + \varpi + A),$$

que donne le développement de  $R$ , & par  $Y$ , la partie de l'expression de  $y$ , correspondante à cette somme, on aura

$$Y = \frac{\frac{2 q}{2 q g \cdot \left(1 - \frac{3 \mathcal{A}}{5 \mathcal{A}^{(1)}}\right) - n^2} \cdot \Sigma . K' \sin. \theta \cdot \cos. \theta \cdot \cos. (it + \varpi + A);$$

or tous les termes de la forme

$$K' \sin. \theta \cdot \cos. \theta \cdot \cos. (it + \varpi + A)$$

dans  $R$ , venant du développement de

$$2 K' \sin. \nu \cdot \cos. \nu \cdot \sin. \theta \cdot \cos. \theta \cdot \cos. (nt + \varpi - \phi),$$

on a

$$\begin{aligned} \Sigma . K' \sin. \theta \cdot \cos. \theta \cdot \cos. (it + \varpi + A) \\ = 2 K' \sin. \nu \cdot \cos. \nu \cdot \sin. \theta \cdot \cos. \theta \cdot \cos. (nt + \varpi - \phi); \end{aligned}$$

donc

$$Y = \frac{4 K q \cdot \sin. \nu \cdot \cos. \nu \cdot \sin. \theta \cdot \cos. \theta}{2 q g \cdot \left(1 - \frac{3 d^3}{5 d^{(1)}}\right) - n^2} \cdot \cos. (nt + \varpi - \phi),$$

équation à laquelle on seroit directement arrivé, en n'ayant point égard aux variations de  $K$ ,  $\nu$  &  $\phi$ , & qui par cette raison, est d'autant plus exacte que ces variations sont moindres dans un temps donné.

La valeur de  $Y$  est la plus grande possible, lorsque  $nt + \varpi - \phi$  est égal à zéro, ou à  $180^\circ$ , & par conséquent lorsque l'astre attirant passe au Méridien de l'endroit où l'on observe, & si la plus grande valeur positive de  $Y$  a lieu lors du passage de l'astre dans la partie supérieure du Méridien, la plus grande valeur négative aura lieu lors du passage de l'astre dans la partie inférieure du Méridien, & réciproquement. La différence de la plus grande valeur positive de  $Y$ , à sa plus grande valeur négative, ou, ce qui revient au même, le double de la plus grande valeur positive, donne conséquemment la différence des deux marées d'un même jour, qui sera d'autant plus grande que le coefficient

$$\frac{4 K q \cdot \sin. \nu \cdot \cos. \nu \cdot \sin. \theta \cdot \cos. \theta}{2 q g \left(1 - \frac{3 d^3}{5 d^{(1)}}\right) - n^2}, \text{ sera plus considérable; or les}$$

observations ayant fait voir que cette différence est extrêmement petite, on doit en conclure que ce coefficient est très-petit lui-même, ce qui suppose à  $q$  une valeur nulle ou presque nulle, & comme la profondeur de la mer est égale à  $1 + q \cdot \sin. \theta^2$ , il en résulte que pour satisfaire aux phénomènes du flux & du reflux, cette profondeur doit être à très-peu-près constante, ce qui s'accorde avec ce que nous avons trouvé dans l'*art. XIX*.

Il résulte des observations faites dans nos Ports, que dans les syzygies, la marée de dessus est un peu plus grande en Été, & un peu moindre en Hiver, que celle de dessous, ce

qui demande que  $\frac{q}{2qg(1 - \frac{3\delta}{5\delta^{(1)}}) - n^2}$  soit une

quantité positive; or le dénominateur  $2qg(1 - \frac{3\delta}{5\delta^{(1)}}) - n^2$ ,

étant nécessairement négatif à cause de la petitesse de  $q$ , le numérateur doit être pareillement négatif, ce qui semble indiquer, comme nous l'avons déjà observé dans l'art.  $XX$ , que la mer est un peu plus profonde aux Pôles qu'à l'Équateur; mais la différence des deux marées d'un même jour n'étant tout au plus que  $\frac{1}{16}$  de leur hauteur absolue, est du même ordre que la différence  $i - n$ , que nous avons négligée dans l'équation  $(I)$ ; il pourroit donc arriver qu'elle fut le résultat de la petite correction qu'exige la supposition de  $i = n$ , dans le cas où la profondeur de la mer est constante. Un moyen très-simple de s'en assurer, est de calculer les différens termes de la valeur de  $Y$ , en supposant dans l'équa-

tion  $(I)$ ,  $i$  quelconque par rapport à  $n$ , &  $z = x + \frac{q}{l}x^3$ ;

car nous avons vu que l'on pouvoit toujours avoir une expression finie de ces termes, dans le cas où

$$q = \frac{2n^2}{g(1 - \frac{3\delta}{(4r+5)\delta^{(1)}}) \cdot (2r^2 + 5r + 3 + \frac{n}{i})};$$

or pour peu que  $r$  soit considérable, cette valeur de  $q$  se réduit à très-peu-près à zéro, & l'on a le cas d'une profondeur constante; mais il seroit inutile d'entreprendre ce calcul qui n'a d'autre difficulté que la longueur, parce que les petites corrections qui en résulteroient, sont du même ordre que celles qui sont dûes au frottement & à la ténacité du fluide, auxquels il n'est pas possible d'avoir égard, vu l'impossibilité de connoître la loi de ces résistances. Nous pourrons donc considérer dans la suite, sans craindre aucune erreur sensible, la profondeur de la mer comme constante & égale à  $l$ ; dans ce cas, on aura à très-peu-près  $Y = 0$ , &

$a' =$



$a' = - \frac{2K}{g} \cdot \sin. \nu \cdot \cos. \nu \cdot \sin. \theta \cdot \cos. \theta$ ; d'où l'on conclura par l'art. XXIV,

$$b = \frac{2K}{n^2} \cdot \sin. \nu \cdot \cos. \nu \cdot \sin. \theta,$$

$$c = - \frac{2K}{n^2} \cdot \sin. \nu \cdot \cos. \nu \cdot \frac{\cos. \theta}{\sin. \theta};$$

il suit de-là que si l'on nomme  $u$  &  $U$ , les parties de  $n$  & de  $v$ , qui correspondent aux termes de la seconde classe de l'expression de  $R$ , on aura

$$u = \frac{2K}{n^2} \cdot \sin. \nu \cdot \cos. \nu \cdot \cos. (nt + \varpi - \phi),$$

$$U = - \frac{2K}{n^2} \cdot \sin. \nu \cdot \cos. \nu \cdot \frac{\cos. \theta}{\sin. \theta} \cdot \sin. (nt + \varpi - \phi).$$

En considérant avec attention ces expressions de  $u$  & de  $U$ , il est aisé de voir qu'en n'ayant égard qu'au terme  $2K \cdot \sin. \nu \cdot \cos. \nu \cdot \sin. \theta \cdot \cos. \theta \cdot \cos. (nt + \varpi - \phi)$  de l'expression de  $R$ , & à la force que ce terme représente, les molécules fluides se mouvent à très-peu-près comme si elles étoient isolées, en sorte qu'elles n'ont aucune réaction sensible les unes sur les autres. Imaginons en effet, une tranche de fluide comprise entre deux Méridiens & deux parallèles infiniment proches; il est clair que la valeur de  $u$  étant la même pour toutes les molécules situées sous le même Méridien, la largeur de la tranche dans ce sens restera toujours la même; mais à mesure que le fluide coule vers l'Équateur, l'espace compris entre les deux Méridiens augmente, d'où il suit que la largeur de la tranche augmentant dans le sens du parallèle, le fluide devoit s'abaisser, si en vertu de la vitesse des molécules de cette tranche dans le sens du parallèle, les deux Méridiens qui la renferment ne tendoient pas à se rapprocher, & à diminuer sa largeur dans le sens de la longitude; or il est facile de s'assurer que la diminution que reçoit cette largeur par la valeur de  $U$ , est égale à l'augmentation qu'elle reçoit par le mouvement de la tranche vers l'Équateur; d'où il suit qu'elle est toujours constante

dans le sens du parallèle, & qu'ainsi la hauteur de la tranche n'est point sensiblement altérée par le mouvement du fluide; c'est la raison pour laquelle, dans le cas où la profondeur de la mer est constante, la différence des deux marées d'un même jour est presque insensible. Je me suis un peu étendu sur ce phénomène, parce qu'il est très-important dans la théorie des marées, & que d'ailleurs il est entièrement contraire à la théorie connue du flux & du reflux de la mer; pour le faire sentir d'une manière frappante, déterminons d'après cette théorie, pour la latitude de Brest, qui est de  $48^{\text{d}} 22' 55''$ , la différence des deux marées d'un même jour, lorsque le Soleil & la Lune ont 20 degrés de déclinaison méridionale, & sont en opposition ou en conjonction.

Si l'on prend pour unité la différence de la marée de dessus à la basse mer, on aura par l'article XIX, suivant la théorie ordinaire,  $1 + \frac{\sin. 40^{\text{d}}. \sin. 83^{\text{d}} 14' 10''}{(\cos. 68^{\text{d}} 22' 55'')^2}$ , pour la

différence de la marée de dessous à la basse mer: or, cette quantité étant égale à 5,703, il en résulte que la différence de la marée de dessous à la basse mer, est près de six fois plus grande que celle de la marée de dessus à la basse mer, & cette différence seroit plus considérable encore, si le Soleil & la Lune avoient une plus grande déclinaison méridionale: cependant, une suite d'observations faites avec soin pendant plusieurs années, donnent ces différences presque égales pour les deux marées (*Voyez les Mémoires de l'Académie pour l'année 1714*). M. Daniel Bernoulli, dans l'article XI de son excellente Pièce sur le Flux & le Reflux de la Mer, cherche à rendre raison de cette égalité des deux marées d'un même jour, par le mouvement de rotation de la Terre, qui, suivant ce grand Géomètre, est trop rapide pour que les marées puissent s'accommoder aux résultats de la théorie. Mais il suit de ce que nous avons dit dans l'article XIX, 1.<sup>o</sup> que malgré la rapidité du mouvement de rotation de la Terre, les deux marées d'un même jour pourroient

être fort inégales, si la mer n'avoit point par-tout la même profondeur; 2.<sup>o</sup> que dans le cas où elle a une profondeur constante, ces marées pourroient être encore très-inégales, si l'on supposoit la Terre immobile, en transportant en sens contraire, au Soleil & à la Lune, son mouvement angulaire de rotation; on pourroit cependant dire alors avec M. Bernoulli, que la rapidité du mouvement de ces deux astres empêche les marées de s'accommoder aux conclusions de la théorie: il me paroît résulter de ces considérations, qu'il n'y avoit qu'une explication fondée sur un calcul rigoureux tel que celui que nous avons donné dans l'article XIX & dans celui-ci, qui pût mettre à l'abri de toute objection à cet égard, le principe de la gravitation universelle.

## XXVII.

*Examen des termes de la troisième classe, & conjectures sur la profondeur moyenne de la mer.*

LES termes de cette classe que renferme l'expression de  $R$ , & qui, comme nous l'avons vu, résultent du développement de  $\frac{1}{2}K \cdot \sin.\theta^2 \cdot \sin.v^2 \cdot \cos.(2nt + 2\omega - 2\phi)$ , sont de la forme  $K' \cdot \sin.\theta^2 \cdot \cos.(it + 2\omega + A)$ ; il faut donc supposer  $s = 2$  dans l'équation (T) de l'article XXIV; or, si l'on y suppose comme dans les articles précédens,

$z = x + \frac{q}{l} x^3$ , & que l'on fasse

$a = \sin.\theta^2 \cdot [p + p^{(1)} \cdot \sin.\theta^2 + p^{(2)} \cdot \sin.\theta^4 \dots + p^{(r)} \cdot \sin.\theta^{2r}]$ ; il est aisé de s'assurer par un calcul analogue à celui de l'article XXV, qu'elle sera satisfaite, pourvu que l'on ait

$$q = \frac{2n^2}{g \left(1 - \frac{3d^1}{(4r+5)d^{(1)}}\right) \cdot \left[2r^2 + 5r + 3 + \frac{2n}{i}\right]},$$

ce qui s'accorde avec ce que nous avons trouvé d'une autre manière dans l'article XVI, & comme on a

$$\int d\omega \cdot \cos.(it + 2\omega + A) = 0;$$

Cc ij

la condition d'une quantité de fluide toujours la même, est nécessairement remplie.

En supposant  $r$  un nombre un peu considérable, on aura à très-peu-près, le cas d'une profondeur constante; ce dernier cas étant celui de la Nature, on peut donc déterminer d'une manière très-approchée, par la méthode précédente, les oscillations de la mer dépendantes des termes de cette troisième classe, quelles que soient la densité  $\delta$  & la profondeur  $l$ .

$i$  différant très-peu de  $2n$ , on peut, comme nous l'avons fait dans l'article précédent, relativement aux termes de la seconde classe, n'avoir aucun égard aux variations de  $K$ ,  $\nu$  &  $\phi$  dans le terme  $\frac{1}{2}K \cdot \sin. 6^2 \cdot \sin. \nu^2 \cdot \cos. (2nt + 2\omega - 2\phi)$ ; on n'aura ainsi qu'une seule valeur de  $a$  à calculer, & l'expression de  $y$ , correspondante à ce terme, sera  $a \cdot \cos. (2nt + 2\omega - 2\phi)$ ; elle sera à son maximum lorsque  $2nt + 2\omega - 2\phi$  sera égal à zéro, ou à  $180^\circ$ ; d'où il suit que si la plus grande valeur positive a lieu lors du passage de l'astre par le Méridien, la plus grande valeur négative aura lieu environ six heures après: le double  $2a$  de la plus grande valeur positive de cette expression, donnera donc la différence de la haute à la basse mer. Or, si la profondeur  $l$  influoit d'une manière sensible sur la valeur de  $a$ , on pourroit par des observations exactes sur les marées, faites dans les mers libres & loin des continens, déterminer avec assez de précision, la profondeur moyenne de la mer sur laquelle on n'a formé jusqu'ici que des conjectures vagues & incertaines: cette considération mérite d'autant plus d'attention, que nous n'avons peut-être que ce seul moyen pour connoître un élément aussi important de la théorie de la Terre; c'est ce qui me détermine à donner ici le calcul des hauteurs des marées pour différentes profondeurs; je ferai, pour plus de simplicité, abstraction de la densité de la mer, parce qu'elle n'est pas bien connue, & que d'ailleurs, d'après les observations faites sur les attractions des montagnes, elle paroît être beaucoup moindre que la densité moyenne de la Terre, en sorte qu'en la regardant

comme nulle, nos résultats s'éloigneront moins de la vérité, que les observations auxquelles on pourra les comparer, & qui dans les mers les plus libres, sont modifiées par un grand nombre de circonstances étrangères. Pour déterminer présentement le terme  $a \cdot \cos. (2nt + 2\varpi - 2\phi)$  de l'expression de  $y$ , qui correspond au terme

$$\frac{K}{2} \cdot \sin. v^2 \cdot \sin. \theta^2 \cos. (2nt + 2\varpi - 2\phi)$$

de l'expression de  $R$ , on pourra faire usage de la méthode que nous avons indiquée ci-dessus; mais on peut le trouver plus simplement de la manière suivante. Pour cela, nous observerons que la supposition de  $\Delta = 0$ , donne par l'article

XXIV,  $a' = a - \frac{K}{2g} \cdot \sin. v^2 \cdot \sin. \theta^2$ ; de plus, l'hypothèse d'une profondeur constante revient à faire  $z = x$  dans l'équation (T) du même article; si l'on y suppose ensuite  $s = 2$  &  $i = 2n$ , & que pour abréger l'on fasse

$$\frac{2n^2}{g} = \mu, \text{ \& \, } \frac{K \cdot \sin. v^2}{g} = \mathcal{C},$$

elle deviendra

$$0 = x^2 \cdot (1 - x^2) \cdot \left( \frac{\partial \partial a}{\partial x^2} \right) - x \left( \frac{\partial a}{\partial x} \right) \\ - 2a \cdot (4 - x^2 - \mu x^4) + 4\mathcal{C}x^2; \quad (R)$$

pour satisfaire à cette équation, supposons

$$a = A + A^{(1)} \cdot x^2 + A^{(2)} \cdot x^4 + A^{(3)} \cdot x^6 + \&c.$$

nous aurons généralement entre les coefficients

$$A^{(r+1)}, A^{(r)} \text{ \& \, } A^{(r-1)},$$

l'équation

$$0 = A^{(r+1)} \cdot (2r^2 + 2r - 4) - A^{(r)} \cdot (2r^2 - r - 1) + \mu A^{(r-1)}.$$

Cette équation est aux différences finies du second ordre, & l'on déterminera les deux constantes arbitraires de son intégrale, au moyen des valeurs de  $A$  & de  $A^{(1)}$ ; or, la

substitution de l'expression de  $a$  dans l'équation  $(R)$ , donne  $A = 0$ , &  $A^{(1)} = \frac{1}{2}C$ ; il reste présentement à intégrer l'équation précédente, ce qui paroît très-difficile; nous nous bornerons ainsi à déterminer successivement, au moyen de cette équation, les valeurs de  $A^{(2)}$ ,  $A^{(3)}$ , &c.

En y faisant  $r = 1$ ,  $A = 0$  &  $A^{(1)} = \frac{1}{2}C$ , on trouve l'équation identique  $0 = 0$ ; en y faisant  $r = 2$ , on a  $0 = 8 A^{(3)} - 5 A^{(2)} + \mu A^{(1)}$ , équation au moyen de laquelle on détermineroit  $A^{(3)}$ , si l'on connoissoit  $A^{(2)}$ ; si l'on fait  $r = 3$ , on aura  $0 = 20 A^{(4)} - 14 A^{(3)} + \mu A^{(2)}$ , équation au moyen de laquelle on détermineroit  $A^{(4)}$ , si l'on connoissoit  $A^{(3)}$ ; on verra de la même manière que la connoissance de  $A^{(r)}$  dépend de celle de  $A^{(r-1)}$ , & ainsi de suite à l'infini, d'où il semble impossible d'avoir la valeur de  $A$ ; voici comme on peut résoudre ce cas singulier qui peut se présenter dans d'autres circonstances.

Supposons que la suite  $A + A^{(1)}.x + A^{(2)}.x^2 + A^{(3)}.x^3 + \&c.$  se termine après le terme  $A^{(r+1)}.x^{r+1}$ , ou ce qui revient au même, supposons  $A^{(r+2)} = 0$ ,  $A^{(r+3)} = 0$ ,  $A^{(r+4)} = 0$ , &c. nous aurons les équations

$$\left. \begin{aligned} 0 &= 8 A^{(3)} - 5 A^{(2)} + \mu A^{(1)}, \\ 0 &= 20 A^{(4)} - 14 A^{(3)} + \mu A^{(2)}, \\ 0 &= 36 A^{(5)} - 27 A^{(4)} + \mu A^{(3)}, \\ &\dots\dots\dots \\ 0 &= A^{(r+1)}.[2.(r-1)^2 + 6.(r-1)] \\ &\quad - A^{(r)}.[2.(r-1)^2 + 3.(r-1)] + \mu A^{(r-1)}, \\ 0 &= -A^{(r+1)}.[2r^2 + 3r] + \mu A^{(r)}, \\ 0 &= \mu A^{(r+1)}; \end{aligned} \right\}; (f)$$

en faisant abstraction de la dernière de ces équations, on aura un nombre  $r$  d'équations au moyen desquelles on pourra déterminer les  $r$  quantités  $A^{(2)}$ ,  $A^{(3)}$ ,  $A^{(4)}$ , ...,  $A^{(r+1)}$ , & si l'on suppose

$$\mu^{(r)} = 2r^2 + 3r,$$

$$\mu^{(r-1)} = 2 \cdot (r-1)^2 + 3 \cdot (r-1) - 2\mu \cdot \frac{[(r-1)^2 + 3(r-1)]}{\mu^{(r)}},$$

$$\mu^{(r-2)} = 2 \cdot (r-2)^2 + 3 \cdot (r-2) - 2\mu \cdot \frac{[(r-2)^2 + 3(r-2)]}{\mu^{(r-1)}},$$

$$\mu^{(r-3)} = 2 \cdot (r-3)^2 + 3 \cdot (r-3) - 2\mu \cdot \frac{[(r-3)^2 + 3(r-3)]}{\mu^{(r-2)}},$$

&c.

$$\text{on aura } A^{(r+1)} = \frac{\mu}{\mu^{(r)}} \cdot A^{(r)}; A^{(r)} = \frac{\mu}{\mu^{(r-1)}} \cdot A^{(r-1)};$$

$$A^{(r-1)} = \frac{\mu}{\mu^{(r-2)}} \cdot A^{(r-2)}; \dots A^{(2)} = \frac{\mu}{\mu^{(1)}} \cdot A^{(1)} = \frac{\mu^6}{2\mu^{(1)}};$$

on aura donc,

$$A^{(1)} = \frac{\mu^2 \cdot \epsilon}{2\mu^{(1)} \cdot \mu^{(2)}}; A^{(2)} = \frac{\mu^3 \cdot \epsilon}{2\mu^{(1)} \cdot \mu^{(2)} \cdot \mu^{(3)}};$$

$$A^{(3)} = \frac{\mu^4 \cdot \epsilon}{2\mu^{(1)} \cdot \mu^{(2)} \cdot \mu^{(3)} \cdot \mu^{(4)}}; \dots \dots \dots$$

$$A^{(r+1)} = \frac{\mu^r \cdot \epsilon}{2 \cdot \mu^{(1)} \cdot \mu^{(2)} \cdot \mu^{(3)} \dots \dots \dots \mu^{(r)}}. \text{ Ces valeurs de}$$

$A^{(2)}, A^{(3)}, A^{(4)},$  &c. satisfont aux équations (f), si l'on excepte la dernière de ces équations; mais si l'on ajoutoit au

second membre de l'équation (R) le terme  $\frac{-\mu^{r+1} \cdot \epsilon \cdot x^{2r+6}}{\mu^{(1)} \cdot \mu^{(2)} \dots \mu^{(r)}};$

il est visible que cette dernière équation se changeroit dans la suivante,

$$0 = \frac{-\mu^{r+1} \cdot \epsilon}{2\mu^{(1)} \cdot \mu^{(2)} \dots \dots \mu^{(r)}} + \mu A^{(r+1)},$$

ce qui donneroit pour  $A^{(r+1)}$  la même valeur que précédemment; d'où il suit que l'équation finie

$$x = \frac{1}{2} \epsilon x^2 + A^{(2)} \cdot x^4 + A^{(3)} \cdot x^6 \dots \dots + A^{(r+1)} \cdot x^{2r+2},$$

satisfait exactement à l'équation différentielle

$$\begin{aligned} 0 &= x^2 (1 - xx) \cdot \left( \frac{\partial \partial a}{\partial x^2} \right) - x \left( \frac{\partial a}{\partial x} \right) \\ &- 2a \cdot [4 - x^2 - \mu x^4] + 4C \cdot x^2 - \frac{\mu^{r+1} \cdot C \cdot x^{2r+6}}{\mu^{(1)} \cdot \mu^{(2)} \dots \mu^{(r)}}. \end{aligned}$$

Si le terme  $\frac{\mu^{r+1} \cdot C \cdot x^{2r+6}}{\mu^{(1)} \cdot \mu^{(2)} \dots \mu^{(r)}}$  étoit extrêmement petit ;

on pourroit sans erreur sensible, employer l'équation précédente au lieu de l'équation (R), & l'erreur seroit d'autant moindre que ce terme seroit plus petit ; or, quel que soit  $\mu$ , il est facile de s'assurer que l'on peut toujours supposer à  $r$  une telle valeur que ce terme soit moindre qu'aucune gran-

deur donnée, en sorte que  $\frac{\mu^{r+1}}{\mu^{(1)} \cdot \mu^{(2)} \dots \mu^{(r)}}$  devient infiniment petit, lorsque  $r$  est infini.

Pour appliquer la théorie précédente à des profondeurs déterminées, nous choisirons celles qui répondent à  $\mu = 20$ ,  $\mu = 10$ ,  $\mu = 5$ , &  $\mu = \frac{5}{2}$  ;  $\mu$  étant égal à  $\frac{2n^2}{lg}$ , la profondeur  $l$  de la mer sera dans ces quatre hypothèses,  $\frac{n^2}{10g}$ ,  $\frac{n^2}{5g}$ ,  $\frac{2n^2}{5g}$ ,  $\frac{4n^2}{5g}$  ; or on a, comme l'on fait,  $\frac{n^2}{g} = \frac{1}{289}$ , & le rayon de la Terre que nous avons pris jusqu'ici pour unité, est de 1445 lieues, à raison de 13573 pieds, ou d'environ 2262 toises par lieue ; d'où il suit que la profondeur de la mer relative aux quatre valeurs précédentes de  $\mu$ , est de  $\frac{1}{2}$  lieue, de 1 lieue, de 2 lieues & de 4 lieues ; considérons d'abord le cas de  $\mu = 20$ , ou d'une demi-lieue de profondeur.

Si l'on suppose  $r = 12$ , ou ce qui revient au même, si l'on considère treize termes de la suite

$$A^{(1)} \cdot x^2 + A^{(2)} \cdot x^4 + A^{(3)} \cdot x^6 + \&c,$$



on trouvera

$$\begin{aligned} A^{(1)} &= 0,5 \text{ . } \mathcal{C}; & A^{(2)} &= 10,0931 \text{ . } \mathcal{C}; \\ A^{(3)} &= 5,0582 \text{ . } \mathcal{C}; & A^{(4)} &= -6,5523 \text{ . } \mathcal{C}; \\ A^{(5)} &= -7,7244 \text{ . } \mathcal{C}; & A^{(6)} &= -3,7290 \text{ . } \mathcal{C}; \\ A^{(7)} &= -1,0987 \text{ . } \mathcal{C}; & A^{(8)} &= -0,2251 \text{ . } \mathcal{C}; \\ A^{(9)} &= -0,03434 \text{ . } \mathcal{C}; & A^{(10)} &= -0,004078 \text{ . } \mathcal{C}; \\ A^{(11)} &= -0,0003889 \text{ . } \mathcal{C}; & A^{(12)} &= -0,00003039 \text{ . } \mathcal{C} \\ A^{(13)} &= -0,000001876 \text{ . } \mathcal{C}. \end{aligned}$$

Le terme  $\frac{-\mu^{r+1} \cdot \mathcal{C} \cdot x^{2r+6}}{\mu^{(1)} \cdot \mu^{(2)} \dots \mu^{(r)}}$ , qu'il faudroit ajouter à l'équation différentielle (R), pour que l'équation

$a = A^{(1)} \cdot x^2 + A^{(2)} \cdot x^4 + A^{(3)} \cdot x^6 \dots + A^{(13)} \cdot x^{26}$ , y satisfait exactement, étant égal à  $-2\mu A^{(r+1)} \cdot x^{2r+6}$ , est conséquemment égal à  $-0,00007504 \mathcal{C} \cdot x^{30}$ ; or, ce terme étant excessivement petit par rapport à  $4\mathcal{C} \cdot x^2$ , peut sans erreur sensible, être ajouté à l'équation (R), en sorte que l'on doit regarder comme très-approchée, la valeur suivante de  $a$ ,

$$a = \mathcal{C} \cdot \sin. \theta^2 \cdot \left\{ \begin{aligned} &0,5 + 10,0931 \cdot \sin. \theta^2 + 5,0582 \cdot \sin. \theta^4 \\ &- 6,5523 \cdot \sin. \theta^6 - 7,7244 \cdot \sin. \theta^8 \\ &- 3,7290 \cdot \sin. \theta^{10} - 1,0987 \cdot \sin. \theta^{12} \\ &- 0,2251 \cdot \sin. \theta^{14} - 0,03434 \cdot \sin. \theta^{16} \\ &- 0,004078 \cdot \sin. \theta^{18} - 0,0003889 \cdot \sin. \theta^{20} \\ &- 0,00003039 \cdot \sin. \theta^{22} - 0,000001876 \cdot \sin. \theta^{24} \end{aligned} \right\}$$

On peut même négliger dans les coefficients numériques des dernières puissances de  $\sin. \theta$ , les chiffres qui occupent après la virgule, la cinquième place & les suivantes, parce que dans le calcul des coefficients des premières puissances de  $\sin. \theta$ , nous n'avons porté l'exactitude, que jusqu'aux dix millièmes inclusivement, ce qui est plus que suffisant dans ces recherches.

*Mém. 1776.*

D d

Si l'on se rappelle maintenant ce que nous avons dit dans les *articles XXV & XXVI*, il est aisé d'en conclure, que l'on a généralement dans la supposition de  $\delta = 0$ ,

$$ay = \frac{\alpha K}{g} \cdot (\cos. v^2 - \frac{1}{2} \sin. v^2) \cdot \frac{(1 + 3 \cos. 2\theta)}{6} \\ + \alpha a \cdot \cos. (2nt + 2\omega - 2\phi);$$

or, en supposant que les quantités  $K$ ,  $v$  &  $\phi$  sont relatives au Soleil, & que  $h$  exprime sa moyenne distance à la Terre, &  $mt$  son moyen mouvement, on a par la théorie des forces centrifuges,  $\frac{S}{h^3} = m^2$ ; partant

$$\frac{3S}{2h^3 \cdot g} = \frac{3n^2}{2g} \cdot \left(\frac{m}{n}\right)^2 = \frac{3}{2 \cdot 289 \cdot (365,3)^2} = 0,00000003889.$$

Cette quantité est une fraction du rayon de la Terre que nous avons pris pour unité; pour la réduire en pieds, il faut donc la multiplier par le nombre de pieds que renferme ce rayon, c'est-à-dire, par  $1445 \times 13573$  pieds; on aura

$$\text{ainsi } \frac{3S}{2h^3 \cdot g} = \frac{\alpha K}{g} = 0^p,7629; \text{ \& il faudra faire varier}$$

cette quantité réciproquement comme le cube de la distance actuelle du Soleil à la Terre, au cube de sa moyenne distance.

Si l'on nomme ensuite  $e$ , le rapport de la masse de la Lune divisée par le cube de sa moyenne distance à la Terre, à la masse du Soleil divisée par le cube de sa moyenne dis-

tance, on aura pour la Lune  $\frac{\alpha K}{g} = e \cdot 0^p,7629$ , quantité

qu'il faudra faire varier encore réciproquement comme le cube de la distance actuelle de la Lune, au cube de sa moyenne distance; il suit de-là, que si l'on désigne par  $v'$  &  $\phi'$  pour la Lune, les quantités que nous avons nommées  $v$  &  $\phi$  pour le Soleil, on aura en vertu des actions réunies de ces deux astres, dans le cas où la mer n'a qu'une demi-lieue de profondeur, & où par conséquent  $\mu = 20$ .

$$ay = 0^p,7629, \left( \frac{1 + 3 \cdot \cos. 2\theta}{6} \right) \cdot [\cos. v^2 - \frac{1}{2} \sin. v^2 + e \cdot (\cos. v^{12} - \frac{1}{2} \sin. v^{12})]$$

$$+ 0^p,7629 \cdot \sin. \theta^2 \cdot \left\{ \begin{array}{l} 0,5 + 10,0931 \cdot \sin. \theta^2 \\ + 5,0582 \cdot \sin. \theta^4 \\ - 6,5523 \cdot \sin. \theta^6 \\ - 7,7244 \cdot \sin. \theta^8 \\ - 3,7290 \cdot \sin. \theta^{10} \\ - 1,0987 \cdot \sin. \theta^{12} \\ - 0,2251 \cdot \sin. \theta^{14} \\ - 0,0343 \cdot \sin. \theta^{16} \\ - 0,00408 \cdot \sin. \theta^{18} \\ - 0,00039 \cdot \sin. \theta^{20} \\ - 0,00003 \cdot \sin. \theta^{22} \end{array} \right\} \cdot \left\{ \begin{array}{l} e \cdot \sin. v^{12} \\ \cdot \cos. (2nt + 2\omega - 2\phi^1) \\ + \sin. v^2 \\ \cdot \cos. (2nt + 2\omega - 2\phi) \end{array} \right\}$$

Si l'on suppose le Soleil & la Lune dans leurs moyennes distances à la Terre, & en opposition, ou en conjonction dans le plan de l'Équateur; si de plus, on fait avec M. Daniel Bernoulli,  $e = \frac{5}{2}$ , on trouve  $19^p,85$ , pour la différence de la haute à la basse mer à l'Équateur; mais une singularité très-remarquable, est que la basse mer a lieu lorsque les deux astres sont dans le Méridien, & la haute mer lorsqu'ils sont à l'horizon, en sorte que l'Océan s'abaisse à l'Équateur, sous l'astre qui l'attire: en avançant de l'Équateur vers les Pôles, on trouve que vers le seizième degré de latitude tant boréale qu'australe, la différence de la haute à la basse mer est nulle; d'où il suit que dans toute la zone comprise entre les deux parallèles de 16 degrés, la basse mer a lieu lors du passage des astres par le Méridien, & qu'au-delà de ces parallèles, la haute mer a lieu à ce même instant.

En comparant ces résultats aux observations, on voit qu'il est impossible de les admettre; car d'un côté, la différence entre la haute & la basse mer dans les syzygies, est moindre que  $19^p,85$ , dans les mers libres situées sous l'Équateur;

& d'un autre côté, le moment de la haute mer approche beaucoup plus de l'instant du midi, que de celui où le Soleil est à l'horizon. Nous pouvons donc assurer que la profondeur moyenne de la mer, n'est pas d'une demi-lieue.

Dans le cas de  $\mu = 10$ , & par conséquent d'une lieue de profondeur, on trouvera par un calcul analogue au précédent,

$$\alpha y = 0^p,7629 \cdot \left( \frac{1 + 3 \cdot \cos. 2\theta}{6} \right) \cdot \left[ \cos. v^2 - \frac{1}{2} \sin. v^2 + e \cdot (\cos. v'^2 - \frac{1}{2} \sin. v'^2) \right]$$

$$+ 0^p,7629 \cdot \sin. \theta^2 \cdot \left\{ \begin{array}{l} 0,5 - 0,1245 \cdot \sin. \theta^2 \\ - 0,7028 \cdot \sin. \theta^4 \\ - 0,4297 \cdot \sin. \theta^6 \\ - 0,1270 \cdot \sin. \theta^8 \\ - 0,0231 \cdot \sin. \theta^{10} \\ - 0,00288 \cdot \sin. \theta^{12} \\ - 0,00026 \cdot \sin. \theta^{14} \\ - 0,00002 \cdot \sin. \theta^{16} \end{array} \right\} \cdot \left\{ \begin{array}{l} e \cdot \sin. v'^2 \\ \cos. (2nt + 2\omega - 2\varphi') \\ + \sin. v^2 \\ \cos. (2nt + 2\omega - 2\varphi) \end{array} \right\}$$

En supposant le Soleil & la Lune dans leurs moyennes distances, & en opposition ou en conjonction dans le plan de l'Équateur, & faisant comme ci-dessus,  $e = \frac{1}{2}$ , on trouve  $4^p,86$ , pour la différence de la haute à la basse mer à l'Équateur. L'instant de la basse mer, est celui du midi, depuis l'Équateur jusqu'au trente-septième degré de latitude, tant boréale qu'australe où la différence de la haute à la basse mer est nulle, & au-delà duquel l'instant de la haute mer arrive à midi; or ces résultats étant contraires aux observations, on peut en conclure que la profondeur moyenne de la mer, n'est pas d'une lieue.

Dans le cas de  $\mu = 5$ , ou d'une profondeur de deux lieues, on trouvera

$$xy = 0^p,7629 \cdot \left( \frac{1+3 \cdot \cos. 2\theta}{6} \right) \cdot \left[ \cos. v^2 - \frac{1}{2} \sin. v^2 + e \cdot \left( \cos. v^{12} - \frac{1}{2} \sin. v^{12} \right) \right]$$

$$+ 0^p,7629 \cdot \sin. \theta^2 \cdot \left\{ \begin{array}{l} 0,5 + 3,0980 \cdot \sin. \theta^2 \\ + 1,6237 \cdot \sin. \theta^4 \\ + 0,3619 \cdot \sin. \theta^6 \\ + 0,04596 \cdot \sin. \theta^8 \\ + 0,00379 \cdot \sin. \theta^{10} \\ + 0,000211 \cdot \sin. \theta^{12} \end{array} \right\} \cdot \left\{ \begin{array}{l} e \cdot \sin. v^{12} \\ \cos. (2nt + 2\omega - 2\varphi) \\ + \sin. v^2 \\ \cos. (2nt + 2\omega - 2\varphi) \end{array} \right\}$$

Et l'on aura dans les mêmes suppositions que ci-dessus,  $30^p,09$ , pour la différence de la haute à la basse mer à l'Équateur; mais ici l'instant de la haute mer, est pour tous les climats celui du passage des astres par le Méridien. La différence  $30^p,09$ , étant beaucoup plus grande que suivant les observations, on ne peut supposer à la mer une profondeur moyenne de deux lieues.

Enfin dans le cas de  $\mu = \frac{5}{2}$ , ou d'une profondeur de quatre lieues, on trouvera

$$xy = 0^p,7629 \cdot \left( \frac{1+3 \cdot \cos. 2\theta}{6} \right) \cdot \left[ \cos. v^2 - \frac{1}{2} \sin. v^2 + e \cdot \left( \cos. v^{12} - \frac{1}{2} \sin. v^{12} \right) \right]$$

$$+ 0^p,7629 \cdot \sin. \theta^2 \cdot \left\{ \begin{array}{l} 0,5 + 0,3752 \cdot \sin. \theta^2 \\ + 0,0783 \cdot \sin. \theta^4 \\ + 0,00787 \cdot \sin. \theta^6 \\ + 0,00047 \cdot \sin. \theta^8 \\ + 0,00002 \cdot \sin. \theta^{10} \end{array} \right\} \cdot \left\{ \begin{array}{l} e \cdot \sin. v^{12} \\ \cos. (2nt + 2\omega - 2\varphi) \\ + \sin. v^2 \\ \cos. (2nt + 2\omega - 2\varphi) \end{array} \right\}$$

L'instant de la haute mer est ici comme dans le cas précédent, celui du passage des astres par le Méridien, & l'on trouve dans les mêmes suppositions que ci-dessus,  $5^p,137$ , pour la différence de la haute à la basse mer à l'Équateur. Ces résultats étant assez conformes à ce que l'on observe, nous n'avons aucune raison de rejeter une profondeur moyenne de quatre lieues; mais si la différence  $5^p,137$ , paroïssoit trop considérable, il faudroit admettre alors une

profondeur plus grande que quatre lieues; car en augmentant la profondeur de la mer, ou ce qui revient au même, en diminuant la valeur de  $\mu$ , on a de plus petites marées. Pour le faire voir, considérons la loi des valeurs de  $\mu^{(r)}$ ,  $\mu^{(r-1)}$ ,  $\mu^{(r-2)}$ , &c; il est facile d'en conclure que si dans le cas de  $\mu = i$ , toutes ces valeurs sont positives, jusqu'à  $\mu^{(r-2)}$  inclusivement; dans le cas de  $\mu = i - f$ , elles seront encore positives & plus grandes que dans le premier cas, si l'on excepte cependant la valeur de  $\mu^{(r)}$ , qui dans ces deux cas est égale à  $2r^2 + 3r$ ; car  $\mu^{(r-1)}$ , par exemple, étant égal à  $2(r-1)^2 + 3(r-1) - 2\mu \cdot \frac{[(r-1)^2 + 3(r-1)]}{\mu^{(r)}}$ ,

augmente lorsque  $\mu$  diminue, puisque la partie négative —  $2\mu \frac{[(r-1)^2 + 3(r-1)]}{\mu^{(r)}}$ , est d'autant moindre que  $\mu$

est plus petit; il suit de-là que les valeurs de  $\mu^{(r)}$ ,  $\mu^{(r-1)}$ ,  $\mu^{(r-2)}$ , &c. ayant été trouvées positives dans le cas de  $\mu = 5$ ; lorsque  $\mu$  sera moindre que 5, ces valeurs seront encore positives, & deviendront d'autant plus considérables que  $\mu$  sera plus petit, & comme on a  $A^{(1)} = \frac{1}{2} \mathcal{C}$ ;  $A^{(2)} = \frac{\mu}{2\mu^{(1)}} \cdot \mathcal{C}$ ;

$$A^{(3)} = \frac{\mu^2}{2\mu^{(1)} \cdot \mu^{(2)}} \cdot \mathcal{C}, \text{ \&c. \& } a = A^{(1)} \cdot x^2 + A^{(2)} \cdot x^4$$

+  $A^{(3)} \cdot x^6 + \text{\&c.}$  il est clair que tant que  $\mu$  sera égal, ou au-dessous de 5, ou ce qui est la même chose, tant que la profondeur moyenne de la mer sera égale ou au-dessus de deux lieues, la valeur de  $a$ , dont dépend la différence de la hauteur des marées, sera positive, & deviendra plus petite lorsque cette profondeur sera plus grande; mais cette diminution de la valeur de  $a$ , a des limites; car dans le cas de  $\mu$  infiniment petit, on auroit  $a = \frac{1}{2} \mathcal{C} \cdot x^2$ , ce qui donneroit à l'Équateur dans les pleines & nouvelles Lunes des équinoxes,  $2^p, 67$ , pour la différence de la haute à la basse mer: or cette différence

est (*art. XIX*) celle que donne la théorie ordinaire.

Il résulte des calculs précédens, que la profondeur de la mer influe d'une manière très-sensible sur la hauteur des marées, & qu'elles sont susceptibles à l'Équateur de toutes les variétés possibles, par la seule variation de cette profondeur; nous allons déterminer ici ces variétés pour toutes les valeurs de  $\mu$  comprises entre  $\mu = 20$ , &  $\mu = 0$ , ou ce qui revient au même, pour toutes les profondeurs de la mer, égales ou plus grandes qu'une demi-lieue.

Pour cela, nous observerons d'abord que si l'on nomme  $B$  &  $B^{(1)}$ , les valeurs de  $a$  & de  $(\frac{\partial a}{\partial x})$  à l'Équateur, ou lorsque  $x = 1$ , l'équation (*R*) donnera en faisant  $x = 1$ ,  

$$- B^{(1)} - 2 B \cdot (3 - \mu) + 4 C = 0; (i)$$

Nous observerons ensuite que dans le cas où  $\mu = 20$ , toutes les valeurs de  $\mu^{(1)}$  sont positives, excepté celles de  $\mu^{(3)}$ , & c'est pour cela que les valeurs de  $A^{(1)}$  sont toutes négatives lorsque  $r$  est plus grand que 3; donc si  $\mu = 20 - f$ , toutes les valeurs de  $\mu^{(1)}$ , au-dessus de  $\mu^{(3)}$ , seront positives & plus grandes que lorsque  $\mu = 20$ ; or on a

$$\mu^{(3)} = 27 - \frac{36 \cdot (20 - f)}{\mu^{(4)}},$$

$$\mu^{(2)} = 14 - \frac{20 \cdot (20 - f)}{\mu^{(3)}},$$

$$\mu^{(1)} = 5 - \frac{8 \cdot (20 - f)}{\mu^{(2)}} = 5 - \frac{8}{\frac{14}{20 - f} - \frac{20}{\mu^{(3)}}},$$

cela posé, si lorsque  $\mu = 20 - f$ ,  $\mu^{(3)}$  est négatif, il sera moindre que dans le cas de  $\mu = 20$ , car  $\mu^{(4)}$  étant positif & plus grand dans le premier de ces deux cas que dans le second, la partie négative  $- 36 \cdot \frac{(20 - f)}{\mu^{(4)}}$  sera moindre

dans le premier cas. La valeur de  $\mu^{(2)}$  sera alors évidemment positive dans les deux cas; celle de  $\mu^{(1)}$  sera pareillement

positive, ca la quantité négative  $\frac{-8}{\frac{14}{20-f} - \frac{20}{\mu^{(3)}}}$ , est

visiblement moindre dans le cas de  $\mu = 20 - f$ , que dans le cas de  $\mu = 20$ ; donc la valeur de  $\mu^{(1)}$  étant positive dans ce dernier cas, elle le sera à plus forte raison dans le premier.

Si lorsque  $\mu = 20 - f$ ,  $\mu^{(3)}$  est positif, &  $\mu^{(2)}$  négatif, il est clair que  $\mu^{(1)}$  sera positif; d'où il suit généralement que  $\mu$  étant égal ou au-dessous de 20, il ne peut y avoir qu'une seule des valeurs de  $\mu^{(i)}$  négative, & cette valeur ne peut être que  $\mu^{(1)}$ ,  $\mu^{(2)}$ , ou  $\mu^{(3)}$ ; l'expression de  $a$  ne peut donc être alors que de l'une des quatre formes suivantes,

$$a = \frac{1}{2} 6.x^2 + f.x^4 + f^{(1)}.x^6 - f^{(2)}.x^8 - f^{(3)}.x^{10} - \&c.$$

$$a = \frac{1}{2} 6.x^2 + f.x^4 - f^{(1)}.x^6 - f^{(2)}.x^8 - f^{(3)}.x^{10} - \&c.$$

$$a = \frac{1}{2} 6.x^2 - f.x^4 - f^{(1)}.x^6 - f^{(2)}.x^8 - f^{(3)}.x^{10} - \&c.$$

$$a = \frac{1}{2} 6.x^2 + f.x^4 + f^{(1)}.x^6 + f^{(2)}.x^8 + f^{(3)}.x^{10} + \&c.$$

$f, f^{(1)}, f^{(2)}, \&c.$  étant des quantités positives.

Dans tout l'intervalle compris entre  $\mu = 20$  &  $\mu = 10$ , les trois premières formes peuvent avoir lieu; lorsque  $\mu = 10$ , toutes les valeurs de  $\mu^{(i)}$  sont positives, excepté  $\mu^{(1)}$ , & par cette raison l'expression de  $a$  est dans ce cas de la troisième forme; les expressions de  $a$  correspondantes aux valeurs de  $\mu$  comprises entre 10 & 5, ne peuvent donc être que de la troisième ou de la quatrième forme, & comme dans le cas de  $\mu = 5$ , toutes les valeurs de  $\mu^{(i)}$  sont positives, elles le seront encore dans tout l'intervalle compris entre  $\mu = 5$  &  $\mu = 0$ , & l'expression de  $a$  sera de la quatrième forme.

Présentement, il est visible que si l'on suppose  $B^{(1)} = 6B - 2D$ ,  $D$  sera nécessairement négatif dans le cas des deux premières formes; en substituant cette valeur de  $B^{(1)}$ , dans l'équation (i), on aura  $B = \frac{26 + D}{6 - \mu}$ ; d'où il suit que



que lorsque dans l'intervalle compris entre  $\mu = 20$  &  $\mu = 6$ , la valeur de  $a$  est susceptible de l'une des deux premières formes,  $B$  est négatif; mais dans ce cas l'Océan s'abaisse à l'Équateur sous l'astre qui l'attire, en sorte que l'instant de la basse mer est celui du passage de l'astre au Méridien; on doit donc exclure toutes les valeurs de  $\mu$  comprises entre 20 & 6, qui donneroient pour  $a$  une valeur de la première ou de la seconde forme.

Si l'on suppose  $B^{(1)} = 2B - 2D$ ,  $D$  fera nécessairement négatif dans le cas de la troisième forme; en substituant cette valeur de  $B^{(1)}$  dans l'équation (i), on aura

$$B = \frac{26 + D}{4 - \mu}; \text{ d'où il suit que dans tous les cas où } \mu \text{ étant}$$

compris entre 20 & 4,  $a$  est de la troisième forme,  $B$  est négatif, & qu'ainsi on doit exclure tous ces cas;  $\mu$  étant plus grand que 5, si la valeur de  $a$  est de la quatrième forme, elle sera, par ce qui précède, plus grande que dans le cas de  $\mu = 5$ , qui, comme nous l'avons vu, donne des marées beaucoup trop fortes; on doit donc généralement exclure toutes les valeurs de  $\mu$  comprises entre 20 & 5, & par conséquent rejeter toutes les profondeurs intermédiaires entre une demi-lieue & deux lieues; au-dessus de deux lieues, toutes les valeurs de  $a$  sont positives, & les hauteurs des marées vont en diminuant à mesure que l'on fait croître la profondeur; en sorte que dans la supposition de quatre lieues de profondeur moyenne, on n'a plus qu'environ cinq pieds de différence à l'Équateur entre la haute & la basse mer. Je n'ai point examiné le cas où  $\mu$  est plus grand que 20, & où par conséquent, l'Océan a moins d'une demi-lieue de profondeur, parce qu'il me paroît vraisemblable que la mer ayant recouvert autrefois des montagnes fort élevées au-dessus desquelles elle a laissé des marques incontestables de son séjour, on ne peut lui supposer moins d'une demi-lieue de profondeur moyenne.

Suivant les observations faites dans les mers libres & loin des continents aux environs de l'Équateur, la hauteur des

marées n'excède pas cinq pieds; il y a même tout lieu de croire que sans la réaction des continens, la pente des rivages & mille autres causes dont l'effet est très-sensible sur nos côtes, cette hauteur seroit moindre. On peut donc regarder au moins comme très-probable, que la profondeur moyenne de la mer n'est pas au-dessous de quatre lieues; nous pourrions prononcer avec plus de certitude sur cet objet important, si nous connoissions exactement le rapport de la densité de la mer à la densité moyenne de la Terre, & si nous avions un plus grand nombre d'observations faites avec soin dans la mer du Sud, & le plus loin qu'il est possible des continens; indépendamment de l'utilité dont elles nous seroient dans la discussion présente, elles serviroient encore à nous éclairer sur un phénomène des marées, dont la théorie ne peut rendre raison, & qui me paroît être l'effet des obstacles que la mer éprouve dans ses oscillations. Il résulte des formules précédentes, que dans les nouvelles & pleines Lunes, la haute mer doit arriver à midi, & que le temps des syzygies est celui où la différence de la haute à la basse mer est à son *maximum*; or on observe assez généralement que la haute mer n'arrive dans les syzygies qu'une heure ou deux après midi, & que les plus hautes marées n'ont lieu qu'un jour ou deux après les syzygies; on pourroit cependant justifier la théorie, en considérant que nos formules ne représentent que la partie des oscillations de la mer qui est due à l'action du Soleil & de la Lune, & qu'il seroit possible en ayant égard aux oscillations qui dépendent de l'état primitif de la mer, d'expliquer les retards que l'on observe dans les marées; mais en réfléchissant de nouveau sur les raisons qui m'ont déterminé à négliger ces oscillations, il me paroît de plus en plus indubitable, que sans l'action continue du Soleil & de la Lune, les eaux de la mer seroient depuis long-temps parvenues à l'état d'équilibre, en vertu des frottemens & des résistances en tout genre qu'elles éprouvent: il est donc extrêmement probable que ces retards sont l'effet des obstacles que les continens & les îles opposent aux oscillations de la

mer, puisque sur nos côtes où l'influence de ces obstacles est plus sensible, les retards des marées sont très-variables d'un Port à l'autre, & qu'en général la théorie se rapproche d'autant plus des observations, qu'elles ont été faites dans des mers plus libres; d'ailleurs, les intervalles observés des marées ont à très-peu près avec les mouvemens du Soleil & de la Lune, le rapport que donne la théorie, ce qui seroit impossible, si la cause de ces retards étoit indépendante des mouvemens de ces Astres, & si elle n'étoit pas une modification de leur action sur la mer.

## XXVIII.

### *De l'équilibre ferme des Planètes.*

JE terminerai ces recherches sur le flux & le reflux de la mer, par quelques réflexions qu'elles m'ont donné lieu de faire sur l'état d'équilibre que les Géomètres ont nommé *ferme*, dans la Théorie de la Figure de la Terre. Un système de corps étant supposé en équilibre, si on le dérange infiniment peu de cet état d'une manière quelconque, l'état d'équilibre sera ferme, toutes les fois que les différens corps du système ne feront que des oscillations infiniment petites autour de leurs points d'équilibre; d'où il suit que si l'on représente par  $x, y, z, x', y', z',$  &c. les coordonnées qui représentent la position de ces corps par rapport à ces points, leurs expressions doivent être dans le cas d'un équilibre ferme, des fonctions périodiques du temps  $t$ , ou au moins des fonctions de ce temps, telles qu'elles n'aillent pas en croissant à l'infini, & si l'une d'elles, par exemple  $z$ , renfermoit un terme proportionnel au temps, l'équilibre ne seroit ferme que par rapport aux autres variables. En partant de cette définition, déterminons quelles sont les conditions qui rendent ferme, l'équilibre d'un fluide qui recouvre un sphéroïde de révolution tournant sur son axe.

Pour considérer cet objet avec toute la généralité dont il est susceptible, il seroit nécessaire de reprendre les équations

(6), (7) & (9) de l'article XXII, & de les intégrer généralement en y supposant  $R = 0$ , & en déterminant les fonctions arbitraires de leurs intégrales, de manière qu'elles satisfassent aux conditions de l'ébranlement primitif du fluide : mais l'intégration générale de ces équations étant impossible, au moins dans l'état actuel de l'analyse; nous nous bornerons ici à examiner quelques cas particuliers fort étendus.

En faisant  $R = 0$ , dans les équations (6), (7) & (9), elles deviendront

$$y \cdot \sin. \theta = -I \cdot \left( \frac{\partial \cdot (u \gamma \cdot \sin. \theta)}{\partial \theta} \right) - I \gamma \cdot \left( \frac{\partial v}{\partial \omega} \right) \cdot \sin. \theta,$$

$$\left( \frac{\partial^2 u}{\partial t^2} \right) - 2n \left( \frac{\partial v}{\partial t} \right) \cdot \sin. \theta \cdot \cos. \theta = -g \left( \frac{\partial y}{\partial \theta} \right) + \delta \cdot \left( \frac{\partial D}{\partial \omega} \right),$$

$$\left( \frac{\partial^2 v}{\partial t^2} \right) \cdot \sin. \theta^2 + 2n \left( \frac{\partial u}{\partial t} \right) \cdot \sin. \theta \cdot \cos. \theta = -g \left( \frac{\partial y}{\partial \omega} \right) + \delta \cdot \left( \frac{\partial D}{\partial \omega} \right);$$

pour les simplifier, nous supposerons l'ébranlement primitif tel que le fluide conserve toujours la figure d'un solide de révolution, ce qui donne  $\left( \frac{\partial y}{\partial \omega} \right) = 0$ ,  $\left( \frac{\partial v}{\partial \omega} \right) = 0$ ,

&  $\left( \frac{\partial D}{\partial \omega} \right) = 0$ ; nous supposerons ensuite que le solide

recouvert par la mer est un ellipsoïde de révolution; la profondeur  $I \gamma$  du fluide est alors égale à  $I + g \cdot \sin. \theta^2$ ,  $g$  pouvant être positif ou négatif, mais devant être dans ce dernier cas, moindre que  $-I$ , autrement le fluide ne recouvreroit pas le sphéroïde à l'Équateur; les trois équations précédentes se changeront ainsi dans les suivantes,

$$y \cdot \sin. \theta = -I \cdot \left( \frac{\partial \cdot (1 + \frac{g}{I} \cdot \sin. \theta^2) u \cdot \sin. \theta}{\partial \theta} \right),$$

$$\left( \frac{\partial^2 u}{\partial t^2} \right) - 2n \left( \frac{\partial v}{\partial t} \right) \cdot \sin. \theta \cdot \cos. \theta = -g \left( \frac{\partial y}{\partial \theta} \right) + \delta \left( \frac{\partial D}{\partial \theta} \right),$$

$$\left( \frac{\partial^2 v}{\partial t^2} \right) \cdot \sin. \theta^2 + 2n \left( \frac{\partial u}{\partial t} \right) \cdot \sin. \theta \cdot \cos. \theta = 0.$$

Il est aisé de s'assurer par l'article III, que ces équations subsisteroient encore dans le cas où  $v$  renfermeroit un terme

proportionnel au temps  $t$ , & par conséquent où  $(\frac{\partial v}{\partial t})$  renfermeroit un terme indépendant de  $t$ , mais que pour leur exactitude, il est nécessaire que  $(\frac{\partial y}{\partial t})$  &  $(\frac{\partial u}{\partial t})$  ne renferment aucun terme semblable. Pour satisfaire présentement à ces équations, supposons

$$y = a \cdot e^{it} + a'; \quad D = f e^{it} + f';$$

$$u = b \cdot e^{it} + b';$$

$$(\frac{\partial v}{\partial t}) = c \cdot e^{it} + c';$$

$e$  étant le nombre dont le logarithme hyperbolique est l'unité, &  $a, a', f, f', b, b', c, c'$  étant des fonctions de  $\theta$  seul; on formera les cinq équations

$$a' \cdot \sin. \theta = -I \cdot \frac{\partial \cdot [b' \sin. \theta \cdot (1 + \frac{q}{l} \cdot \sin. \theta^2)]}{\partial \theta},$$

$$-2nc' \cdot \sin. \theta \cdot \cos. \theta = -g \cdot (\frac{\partial a'}{\partial \theta}) + \delta \cdot (\frac{\partial f'}{\partial \theta}),$$

$$a \cdot \sin. \theta = -I \cdot \frac{\partial \cdot [b \sin. \theta \cdot (1 + \frac{q}{l} \cdot \sin. \theta^2)]}{\partial \theta},$$

$$f'b - 2nc \cdot \sin. \theta \cdot \cos. \theta = -g \cdot (\frac{\partial a}{\partial \theta}) + \delta \cdot (\frac{\partial f}{\partial \theta}),$$

$$c \cdot \sin. \theta^2 + 2nb \cdot \sin. \theta \cdot \cos. \theta = 0.$$

Au moyen des deux premières équations, on déterminera deux des trois quantités  $a', b'$  &  $c'$ , lorsqu'on connoîtra la troisième; la cinquième équation donne  $c = -2nb \cdot \frac{\cos. \theta}{\sin. \theta}$ ; la troisième & la quatrième deviendront ainsi,

$$a \cdot \sin. \theta = -I \cdot \frac{\partial [b \cdot \sin. \theta \cdot (1 + \frac{q}{l} \sin. \theta^2)]}{\partial \theta},$$

$$(i^2 + 4n^2 \cdot \cos. \theta^2) \cdot b = -g \cdot (\frac{\partial a}{\partial \theta}) + \delta \cdot (\frac{\partial f}{\partial \theta}).$$

Supposons que l'on ait déterminé  $a$  &  $b$  de manière à satisfaire à ces équations, on aura pour un temps quelconque  $t$ , les valeurs de  $y$ ,  $u$  &  $(\frac{\partial v}{\partial t})$ , dans le cas où l'ébranlement primitif a été tel qu'à l'origine du mouvement, on ait eu,  $y = a + a'$ ,  $(\frac{\partial y}{\partial t}) = ia$ ,  $u = b + b'$ ,  $(\frac{\partial u}{\partial t}) = ib$ ,  
 $(\frac{\partial v}{\partial t}) = c + c'$ .

Les équations précédentes ne renfermant que le carré de  $i$ , il est clair que l'on peut prendre  $i$  en  $+$ , ou en  $-$ , en sorte que l'on peut supposer

$$\begin{aligned} y &= a \cdot (e^{it} + \mathcal{C}e^{-it}) + a', \\ u &= b \cdot (e^{it} + \mathcal{C}e^{-it}) + b', \\ (\frac{\partial v}{\partial t}) &= c \cdot (e^{it} + \mathcal{C}e^{-it}) + c'; \end{aligned}$$

$\mathcal{C}$  étant un coefficient quelconque indépendant de  $\theta$  & de  $t$ ; ce sont les valeurs de  $y$ ,  $u$ ,  $(\frac{\partial v}{\partial t})$ , qui conviennent au fluide dans le cas où l'on a à l'origine du mouvement,  $y = a \cdot (1 + \mathcal{C}) + a'$ ,  $(\frac{\partial y}{\partial t}) = ia \cdot (1 - \mathcal{C})$ ,  
 $u = b \cdot (1 + \mathcal{C}) + b'$ ,  $(\frac{\partial u}{\partial t}) = ib \cdot (1 - \mathcal{C})$ ,  
 $(\frac{\partial v}{\partial t}) = c \cdot (1 + \mathcal{C}) + c'$ ; si l'on vouloit qu'à cette origine,  $(\frac{\partial y}{\partial t})$ ,  $(\frac{\partial u}{\partial t})$  &  $(\frac{\partial v}{\partial t})$  fussent zéro, il faudroit supposer  $\mathcal{C} = 1$ , &  $c' = -2c$ .

La stabilité de l'équilibre exige en général que  $i^2$  soit une quantité négative; car il est aisé de s'assurer par la théorie connue des exponentielles, que les valeurs précédentes de  $y$ ,  $u$  &  $(\frac{\partial v}{\partial t})$  ne renfermeront alors que des sinus & des cosinus

du temps  $t$ , & seront par conséquent des fonctions périodiques de ce temps, au lieu que  $i^2$  étant positif, ces valeurs renfermeront des quantités exponentielles qui peuvent croître à l'infini, & les oscillations du fluide cesseront d'être infiniment petites; il faut cependant excepter le cas où  $i^2$  étant positif, on supposeroit  $i$  négatif, &  $\mathcal{C} = 0$ ; car alors la quantité exponentielle  $e^i$  iroit toujours en diminuant, & le fluide approcheroit sans cesse de l'état d'équilibre.

Lorsque  $i^2$  est négatif, les valeurs précédentes de  $y$  & de  $u$  sont à la vérité périodiques, & l'équilibre est fermé relativement à ces valeurs, mais il ne l'est par rapport à  $v$ , que dans le cas où  $c' = 0$ , ce qui suppose à l'origine du mouvement,  $(\frac{\partial v}{\partial t}) = c \cdot (1 + \mathcal{C})$ , en sorte que la stabilité de l'équilibre par rapport à  $v$ , exige une certaine vitesse initiale aux molécules fluides, dans le sens de la longitude. Au reste, on peut dans la recherche de la figure des Planètes, se contenter d'un équilibre ferme relativement à  $y$ ,  $u$  &  $(\frac{\partial v}{\partial t})$ , parce que la stabilité de l'équilibre par rapport à la figure, ne dépend que de  $y$ . Appliquons maintenant l'analyse précédente à quelques cas particuliers.

Le plus simple de tous est celui dans lequel on suppose  $a = h \cdot \cos. \theta$ ; on trouvera facilement dans ce cas par l'art. XXIII,  $\delta f = \frac{4}{3} \pi \delta \cdot h \cdot \cos. \theta = g \cdot \frac{\delta}{\delta^{(1)}} \cdot h \cdot \cos. \theta$ ,

$g$  étant, comme on l'a vu précédemment, égal à  $\frac{4}{3} \pi \cdot \delta^{(1)}$ ;

l'équation  $(i^2 + 4n^2 \cdot \cos. \theta^2) \cdot b = -g (\frac{\partial a}{\partial \theta}) + \delta (\frac{\partial f}{\partial \theta})$ ,

donnera donc,  $b = \frac{g (1 - \frac{\delta}{\delta^{(1)}}) \cdot h \cdot \sin. \theta}{i^2 + 4n^2 - 4n^2 \cdot \sin. \theta^2}$ , & l'équa-

tion  $a \cdot \sin. \theta = -l \cdot \frac{\partial \cdot [b \cdot \sin. \theta \cdot (1 + \frac{q}{l} \cdot \sin. \theta^2)]}{\partial \theta}$ ,

$$\sin. \theta, \cos. \theta = \frac{-lg \cdot (1 - \frac{\delta}{\delta^{(1)}})}{i^2 + 4n^2} \cdot \partial \left[ \frac{\sin. \theta^2 \cdot (1 + \frac{q}{l} \cdot \sin. \theta^2)}{1 - \frac{4n^2}{i^2 + 4n^2} \cdot \sin. \theta^2} \right] \frac{1}{\partial \theta}$$

Cette équation ne peut visiblement avoir lieu que dans le cas où  $\frac{q}{l} = -\frac{4n^2}{i^2 + 4n^2}$ , & alors elle donnera

$$1 = -\frac{2lg \cdot (1 - \frac{\delta}{\delta^{(1)}})}{i^2 + 4n^2}, \text{ d'où l'on tire } q = \frac{2n^2}{g(1 - \frac{\delta}{\delta^{(1)}})},$$

& ce n'est que dans le cas où  $q$  a cette valeur, que l'expression de  $a$  est susceptible de la forme  $h \cdot \cos. \theta$ ; si l'on veut que l'équilibre soit ferme relativement à  $v$ , on fera  $c' = 0$ , partant  $a' = 0$ , &  $b' = 0$ ; on aura ainsi

$$y = h \cdot \cos. \theta \cdot (e^{it} + Ce^{-it}),$$

$$u = \frac{g \cdot (1 - \frac{\delta}{\delta^{(1)}}) \cdot h \cdot \sin. \theta}{(i^2 + 4n^2) \cdot (1 + \frac{q}{l} \cdot \sin. \theta^2)} \cdot (e^{it} + Ce^{-it}),$$

$$(\frac{\partial v}{\partial t}) = -\frac{2ng \cdot (1 - \frac{\delta}{\delta^{(1)}}) \cdot h \cdot \cos. \theta}{(i^2 + 4n^2) \cdot (1 + \frac{q}{l} \cdot \sin. \theta^2)} \cdot (e^{it} + Ce^{-it}),$$

La supposition de  $i^2$  négatif entraîne nécessairement celle de  $\delta$  moindre que  $\delta^{(1)}$ ; car alors l'équation  $q = \frac{-4n^2 l}{i^2 + 4n^2}$ , ne peut avoir lieu qu'en supposant  $-i^2$  plus grand que  $4n^2$ , autrement on auroit  $-q$  plus grand que  $l$ , ce qui est impossible;



impossible; soit donc  $i^2 = -4n^2 - i'^2$ ,  $i'^2$  étant néces-

sairement positif, l'équation  $1 = - \frac{2lg.(1 - \frac{\Delta}{\Delta^{(1)}})}{i^2 + 4n^2}$ ,

donnera  $1 = \frac{2lg.(1 - \frac{\Delta}{\Delta^{(1)}})}{i^2}$ ; or cette équation ne

peut subsister que lorsque l'on a  $\Delta < \Delta^{(1)}$ ; dans ce cas,  $i^2$  est négatif, & l'équilibre du fluide est ferme; mais si  $\Delta$  est plus grand que  $\Delta^{(1)}$ ,  $i^2$  sera positif, & l'équilibre ne sera ferme qu'en supposant  $i$  négatif &  $\mathcal{C} = 0$ . dans les formules précédentes.

Dans le cas que nous venons de discuter, le fluide conserve toujours la même figure elliptique & le même axe de révolution que lorsqu'il est en équilibre, avec cette seule différence que le centre du sphéroïde fluide, au lieu de coïncider comme dans l'état d'équilibre, avec celui du sphéroïde qu'il recouvre, en est éloigné de la quantité  $\alpha h.(e^t + \mathcal{C}e^{-t})$ ; d'où il suit que dans la supposition de  $i^2$  négatif, ou ce qui revient au même, de  $\Delta$  moindre que  $\Delta^{(1)}$ , le centre du sphéroïde fluide fait des oscillations continuelles autour du centre du sphéroïde recouvert par le fluide, & qu'il s'en approche sans cesse, lorsque l'on a  $\Delta > \Delta^{(1)}$ , pourvu que l'on suppose alors  $i$  négatif, &  $\mathcal{C} = 0$ .

Considérons présentement le cas général où l'on a  $a = h.\cos.\theta + h^{(1)}.\cos.\theta^{-1} + h^{(2)}.\cos.\theta^{-2} + \&c.$  & pour avoir un équilibre ferme par rapport à  $v$ , supposons  $a' = 0$ ,  $b' = 0$ , &  $c' = 0$ ; nous aurons par l'article XXIII pour  $\Delta f$ , une expression de cette forme,

$$\Delta f = \sigma.\cos.\theta + \sigma^{(1)}.\cos.\theta^{-1} + \&c.$$

$\sigma$  étant égal à  $\frac{4\pi\Delta.h}{2r+1}$ ; l'équation

$$(i^2 + 4n^2.\cos.\theta^2).b = -g\left(\frac{\partial a}{\partial \theta}\right) + \Delta\left(\frac{\partial f}{\partial \theta}\right),$$

Mémoires. 1776.

Ff

donnera donc

$$b = \sin. \theta. \frac{[(gh - \sigma)r \cdot \cos. \theta^{r-1} + (gh^{(1)} - \sigma^{(1)}) \cdot (r-1) \cdot \cos. \theta^{r-2} + (gh^{(2)} - \sigma^{(2)}) \cdot (r-2) \cdot \cos. \theta^{r-3} + \&c.]}{i^2 + 4n^2 - 4n^2 \cdot \sin. \theta^2},$$

supposons, comme précédemment,  $\frac{q}{l} = - \frac{4n^2}{i^2 + 4n^2}$ ,

$$\text{l'équation } a \sin. \theta = - l \partial. \frac{[b \cdot \sin. \theta \cdot (1 + \frac{q}{l} \sin. \theta^2)]}{2 \partial}$$

donnera

$$h \cdot \sin. \theta \cdot \cos. \theta^r + h^{(1)} \cdot \sin. \theta \cdot \cos. \theta^{r-1} + \&c. \\ = - \frac{l \cdot \sin. \theta}{i^2 + 4n^2} \cdot \left\{ r \cdot (r+1) \cdot (gh - \sigma) \cdot \cos. \theta^r \right. \\ \left. + r \cdot (r-1) \cdot [gh^{(1)} - gh - \sigma^{(1)} + \sigma] \cdot \cos. \theta^{r-1} + \&c. \right\};$$

en comparant les différentes puissances de  $\cos. \theta$ , on aura d'abord

$$h = - \frac{l \cdot r \cdot (r+1) \cdot (gh - \sigma)}{i^2 + 4n^2} = - \frac{l g \cdot r \cdot (r+1)}{i^2 + 4n^2} \cdot \left[ 1 - \frac{3 \delta}{(2r+1) \delta^{(1)}} \right] \cdot h;$$

ce qui donne  $q = \frac{4n^2}{r \cdot (r+1) \cdot g \left[ 1 - \frac{3 \delta}{(2r+1) \delta^{(1)}} \right]}$ ; on

déterminera ensuite le rapport des coefficients  $h^{(1)}$ ,  $h^{(2)}$ , &c. au coefficient  $h$ , au moyen des autres équations que donne la comparaison des puissances de  $\cos. \theta$ , &  $h$  restera arbitraire.

On prouvera facilement comme ci-dessus, que la supposition de  $i^2$  négatif, entraîne celle de  $3 \delta$  moindre que  $(2r+1) \delta^{(1)}$ , & dans ce cas l'équilibre sera ferme; mais si l'on a  $3 \delta > (2r+1) \delta^{(1)}$ ,  $i^2$  sera positif, & l'équilibre ne sera ferme qu'en faisant  $i$  négatif &  $\mathcal{C} = 0$ .

Si l'on suppose  $r = 1$ , on aura le cas que nous avons discuté précédemment; en supposant  $r = 2$ , on aura celui dans lequel la figure du sphéroïde reste elliptique durant l'oscillation, & s'aplatit plus ou moins que dans l'état d'équilibre qui ne sera ferme alors que dans la supposition de  $3 \delta$  moindre que  $5 \delta^{(1)}$ , à moins que dans la supposition contraire, on ne fasse  $i$  négatif &  $\mathcal{C} = 0$ .

Examinons d'après ces calculs, les conditions que quelques Géomètres ont exigées dans la recherche de la figure des Planètes, & les raisons sur lesquelles ils se sont fondés.

Si l'on conçoit que le fluide supposé en équilibre sur un sphéroïde elliptique, prend instantanément une figure de révolution infiniment peu différente de la première, de manière que le rayon du sphéroïde fluide soit augmenté de la quantité  $\alpha y$ ; il est aisé de voir par les *articles V & XXII*, qu'il en résultera dans le sens du Méridien, une force tangentielle égale à  $-g \cdot (\frac{\partial y}{\partial \theta}) + \delta \cdot (\frac{\partial D}{\partial \theta})$ ; cette force tend à éloigner le fluide du pôle si elle est positive, ou à l'en rapprocher si elle est négative. Imaginons maintenant que la figure du fluide reste elliptique, & que son centre coïncide toujours avec celui du sphéroïde; l'expression de  $y$  sera de cette forme  $p + p^{(1)} \cdot \sin. \theta^2$ , & cette figure sera plus ou moins aplatie que dans le cas de l'équilibre, suivant que  $p^{(1)}$  sera positif ou négatif; or on a par l'*article XXIII*,  $\delta D = \sigma + \sigma^{(1)} \cdot \sin. \theta^2$ ,  $\sigma^{(1)}$  étant égal à  $\frac{4}{3} \pi \delta \cdot p^{(1)}$ , ce qui donne

$$-g \left( \frac{\partial y}{\partial \theta} \right) + \delta \cdot \left( \frac{\partial D}{\partial \theta} \right) = -2g \cdot \left( 1 - \frac{3\delta}{5\delta^{(1)}} \right) \cdot p^{(1)} \cdot \sin. \theta \cdot \cos. \theta^2$$

cela posé, on a exigé pour la stabilité de l'équilibre, que la force  $-2g \cdot \left( 1 - \frac{3\delta}{5\delta^{(1)}} \right) \cdot p^{(1)} \cdot \sin. \theta \cdot \cos. \theta$  soit dirigée

vers les pôles ou vers l'Équateur, suivant que la figure du fluide est plus ou moins aplatie que dans le cas de l'équilibre, afin d'allonger cette figure dans le premier cas, & de l'aplatir dans le second; or cette condition suppose visiblement que  $-2g \cdot \left( 1 - \frac{3\delta}{5\delta^{(1)}} \right) \cdot p^{(1)}$  est d'un signe diffé-

rent de  $p^{(1)}$ , & par conséquent que  $1 - \frac{3\delta}{5\delta^{(1)}}$  est une quantité positive, ou, ce qui revient au même, que l'on a  $\delta < \frac{5}{3} \delta^{(1)}$ .

Il est aisé de voir que ce raisonnement ne s'étend qu'au cas particulier où l'ébranlement primitif a conservé au fluide la figure d'un ellipsoïde de révolution dont le centre coïncide avec celui de la Planète, & que dans ce cas même, il suppose que durant les oscillations du fluide, cette figure reste constamment elliptique, ce qui n'a lieu, par ce qui précède, que dans la supposition où la profondeur du fluide est telle que

$$\eta = \frac{2 n^2}{3 g \cdot (1 - \frac{3 \delta}{5 \delta^{(1)}})} ; \text{ on ne peut donc en conclure}$$

généralement que l'équilibre sera ferme toutes les fois que l'on aura  $3 \delta < 5 \delta^{(1)}$ , & qu'il ne sera ferme que dans cette hypothèse de densité. Ce n'est qu'en ayant égard au mouvement du fluide, & non point à la nature de la force tangentielle qui l'anime à l'origine du mouvement, que l'on peut prononcer sur la stabilité de l'équilibre. Un état d'équilibre ferme absolu est celui dans lequel le fluide ne pourroit faire que des oscillations infiniment petites, en le supposant infiniment peu dérangé de cet état d'une manière quelconque; cela posé, la condition de  $3 \delta < 5 \delta^{(1)}$  est bien éloignée de donner un équilibre ferme; car il résulte de ce que nous avons fait voir ci-dessus, que dans la supposition de  $\delta > \delta^{(1)}$ , il y a une infinité de manières d'ébranler le fluide, dans lesquelles il cessera de faire des oscillations infiniment petites, quoique la condition de  $3 \delta < 5 \delta^{(1)}$  puisse être remplie. Au lieu de la condition de  $3 \delta < 5 \delta^{(1)}$ , on pourroit choisir celle de  $\delta < \delta^{(1)}$ , & alors la condition générale de  $3 \delta < (2r + 1) \delta^{(1)}$  que nous avons trouvée précédemment, seroit satisfaite; mais comme cette condition elle-même ne s'étend qu'à une espèce particulière d'ébranlemens primitifs, il ne suit pas de ce qu'elle est remplie, que l'équilibre est ferme dans tous les cas possibles. Il paroît même extrêmement vraisemblable que quelques hypothèses que l'on fasse sur la profondeur & sur la densité du fluide, il y a toujours une infinité de manières de l'ébranler infiniment peu, dans lesquelles il cessera de faire des oscillations

infiniment petites ; de-là on peut, ce me semble, conclure que la condition de  $3\delta < 5\delta^{(1)}$  est illusoire dans la recherche de la figure des Planètes ; on peut même dire généralement que dans cette recherche, la considération de la stabilité de l'équilibre est inutile, puisqu'il n'y a point vraisemblablement d'équilibre ferme absolu, & que la stabilité est toujours relative à la nature de l'ébranlement primitif.

## XXXIX.

*De la précession des Équinoxes & de la nutation de l'axe de la Terre, qui résultent de l'action du Soleil & de la Lune sur le sphéroïde terrestre & sur les eaux qui le recouvrent.*

J'AI déjà remarqué (*article II*) qu'il ne suffisoit pas dans les recherches sur la précession des équinoxes, d'avoir égard à l'action du Soleil & de la Lune sur la partie solide de la Terre, & que les eaux qui la recouvrent, agitées par les attractions de ces deux Astres, pouvoient influer très-sensiblement sur ce phénomène : je me propose ici de soumettre cette influence à un calcul rigoureux, & de donner ainsi à la théorie de la précession des équinoxes, un nouveau degré d'exactitude d'autant plus nécessaire, que tous ceux qui jusqu'à présent se sont occupés de cet objet, ont pensé que la réaction des eaux ne peut occasionner aucun changement dans la position de l'axe terrestre. En supposant que la Terre est un solide quelconque de révolution recouvert par la mer, & divisé en deux parties égales & semblables par l'équateur ; je fais voir que les loix de la précession & de la nutation sont constamment les mêmes, quelques hypothèses que l'on fasse d'ailleurs sur la figure & la densité des couches du sphéroïde terrestre, & sur la profondeur & la densité de la mer, en sorte que ces différentes hypothèses ne peuvent que changer les quantités absolues de la précession & de la nutation. En considérant ensuite l'hypothèse adoptée jusqu'ici

sur la figure de la Terre, & suivant laquelle cette Planète est un ellipsoïde de révolution, je parviens à représenter la précession des équinoxes & la nutation de l'axe terrestre, par deux formules très-simples, qui en y faisant évanouir certaines quantités, rentrent dans les formules connues, mais qui lorsque ces mêmes quantités ne sont pas nulles, en peuvent tellement différer, qu'elles ne donnent ni précession ni nutation, dans une infinité de cas où l'une & l'autre seroient très-considérables si l'on n'avoit aucun égard à la réaction de la mer. J'observe ensuite que dans la supposition où la mer a par-tout la même profondeur, supposition qui comme nous l'avons vu précédemment, a lieu à très-peu près dans la Nature, la réaction de ses eaux n'a aucune influence sur le phénomène de la précession; mais je fais voir en même temps que cette réaction seroit très-sensible dans la théorie ordinaire du flux & du reflux, en sorte que si la densité de la mer étoit égale à la densité du sphéroïde terrestre supposé homogène, il n'y auroit alors ni précession ni nutation; d'où je tire cette conséquence singulière, savoir que si Newton eût adopté dans sa Solution du Problème de la précession des Équinoxes, les résultats de sa Théorie du Flux & du Reflux de la mer & de la Figure de la Terre, ce grand Géomètre auroit trouvé la précession nulle en résolvant exactement ce Problème. Enfin je démontre qu'il est impossible de concilier les observations de la précession des équinoxes & de la nutation de l'axe terrestre, avec l'hypothèse où le sphéroïde recouvert par les eaux est un ellipsoïde de révolution. M. d'Alembert a déjà fait une remarque semblable pour le cas où la Terre est entièrement solide (*voyez le chapitre IX de ses excellentes Recherches sur la précession des équinoxes*); il croit cependant que l'on peut concilier ces deux choses, en supposant le sphéroïde terrestre recouvert d'un fluide de profondeur variable, & cela seroit possible, si comme le prétend cet illustre auteur, dans la détermination des mouvemens de l'axe de la Terre, il ne falloit point avoir égard à la réaction de la partie fluide; mais en la faisant

entrer, comme cela est indispensable, dans le calcul de la précession des équinoxes, il arrive que l'équation qui montre l'impossibilité de concilier les observations de ce phénomène avec les mesures des degrés terrestres, est précisément la même lorsque la Terre est entièrement solide ou lorsqu'elle est recouverte d'un fluide. Si l'on joint à cette impossibilité, celle où l'on est d'assujettir à une même figure elliptique les degrés du Méridien mesurés à différentes latitudes; si de plus on considère que suivant les observations faites nouvellement dans les montagnes d'Écosse, les eaux de l'Océan dont la plus grande partie de la surface du globe est recouverte, sont d'une densité moindre que sa densité moyenne, & que certaines parties des continens sont fort élevées au-dessus du niveau de la mer; il est impossible de se refuser à croire que si la Terre a été primitivement elliptique, comme il est naturel de le supposer, elle a dû éprouver de grandes révolutions qui ont très-sensiblement altéré sa figure, ce qui d'ailleurs est indiqué par un grand nombre d'observations d'histoire naturelle: mais à travers de toutes les irrégularités que ces révolutions ont occasionnées à sa surface, on démêle encore, si je puis m'exprimer ainsi, les traits d'une figure régulière & conforme à la théorie; car les points équinoxiaux ont un mouvement rétrograde tel que l'exige l'aplatissement du sphéroïde terrestre, & les degrés du Méridien vont en augmentant, ainsi que la pesanteur, de l'équateur aux pôles.

Soit  $C$  le centre de la Terre;  $CA$  un de ses principaux axes de rotation autour duquel elle tourne à très-peu près, & que nous regarderons comme l'axe commun à tous les Méridiens;  $CF$  la projection de cet axe sur un plan fixe que nous supposerons être celui de l'écliptique;  $A$  le pôle boréal;  $TCZ$  la ligne des équinoxes ou l'intersection du plan de l'équateur terrestre avec celui de l'écliptique;  $Z$  l'équinoxe du printemps, &  $T$  celui d'automne;  $CO$  une droite invariable prise sur le plan de l'écliptique; que l'on nomme  $\epsilon$  l'angle  $ACF$  qui est visiblement le complément de l'obliquité de l'écliptique;  $\phi$  l'angle  $OCZ$  &  $\rho$  la

Fig. 1.

Fig. 1. distance à l'équinoxe du printemps, d'un Méridien pris à volonté, & que nous regarderons comme premier Méridien, cette distance étant comptée sur l'équateur suivant l'ordre des signes; que l'on nomme ensuite  $\psi$ ,  $\psi'$ ,  $\psi''$ , &c. les différentes forces dont le sphéroïde terrestre est animé, &  $\partial\lambda$ ,  $\partial\lambda'$ ,  $\partial\lambda''$ , &c. les petits espaces que les différens points auxquels elles sont appliquées parcourent dans les directions de ces forces, en vertu des variations de  $\epsilon$ ,  $\phi'$  &  $\rho$ ; que l'on désigne enfin par  $R$  la densité de la couche du sphéroïde terrestre dont le demi-petit axe, ou ce qui revient au même, le demi-axe perpendiculaire au plan de l'équateur est  $r$ ,  $R$  étant une fonction quelconque de  $r$ ; & par  $H$  l'intégrale  $\frac{8}{3} \cdot \pi \cdot \int R r^4 dr$ ,  $\pi$  exprimant toujours le rapport de la demi-circonférence au rayon, & l'intégrale  $\int R r^4 dr$  étant prise depuis  $r = 0$  jusqu'à  $r = 1$ , le demi-petit axe du sphéroïde terrestre étant supposé égal à l'unité. Cela posé, si dans les équations générales du mouvement d'un corps de figure quelconque, auxquelles M. de la Grange est parvenu dans son excellente pièce sur la libration de la Lune, on suppose, comme cela a lieu pour la Terre, que ce corps est très-peu différent d'une sphère, on en tirera facilement les trois suivantes,

$$\left. \begin{aligned} 0 &= \psi \cdot \left( \frac{\partial \lambda}{\partial \rho} \right) + \psi' \cdot \left( \frac{\partial \lambda'}{\partial \rho} \right) + \psi'' \cdot \left( \frac{\partial \lambda''}{\partial \rho} \right) + \&c. \\ &\quad - H \cdot \frac{\partial \cdot (\partial \rho + \sin. \epsilon \cdot \partial \phi')}{\partial t^2}, \\ 0 &= \psi \cdot \left( \frac{\partial \lambda}{\partial \phi'} \right) + \psi' \cdot \left( \frac{\partial \lambda'}{\partial \phi'} \right) + \psi'' \cdot \left( \frac{\partial \lambda''}{\partial \phi'} \right) + \&c. \\ &\quad - H \cdot \frac{\partial \cdot (\partial \phi' + \sin. \epsilon \cdot \partial \rho)}{\partial t^2}, \\ 0 &= \psi \cdot \left( \frac{\partial \lambda}{\partial \epsilon} \right) + \psi' \cdot \left( \frac{\partial \lambda'}{\partial \epsilon} \right) + \psi'' \cdot \left( \frac{\partial \lambda''}{\partial \epsilon} \right) + \&c. \\ &\quad + H \cdot \left\{ \cos. \epsilon \cdot \frac{\partial \phi' \cdot \partial \rho}{\partial t^2} - \frac{\partial^2 \epsilon}{\partial t^2} \right\}, \end{aligned} \right\} ; (V)$$

l'élément  $\partial t$  du temps étant supposé constant. La recherche des



des mouvemens du sphéroïde terrestre autour de son centre d'inertie, se réduit donc à déterminer exactement & sans rien omettre, les forces  $\downarrow$ ,  $\downarrow'$ ,  $\downarrow''$ , &c. & à intégrer ensuite les trois équations précédentes.

## X X X.

TOUTES les forces dont la partie solide de la Terre est animée, peuvent se réduire aux attractions du Soleil & de la Lune, & à la réaction du fluide qui la recouvre; or le fluide qui recouvre un sphéroïde, ne peut en déranger la position, que par l'attraction de ses molécules, & par sa pression sur sa surface; c'est dans la détermination de ces deux forces que consiste la principale difficulté du Problème; mais elle peut être extrêmement simplifiée par la considération suivante.

L'objet que nous nous proposons ici, est de connoître les mouvemens du sphéroïde autour de son centre d'inertie; nous ne devons donc considérer que les forces dont la direction ne passe pas par ce centre, en sorte que dans le calcul de l'attraction & de la pression du fluide, il suffit d'avoir égard au petit changement que produit dans sa figure, l'action de l'astre qui l'attire, puisque sans cette action, le fluide auroit été en équilibre sur le sphéroïde, & n'auroit dans cet état occasionné aucun mouvement dans son axe. Il suit de-là que cette attraction & cette pression sont à très-peu-près les mêmes que celles d'un sphéroïde fluide dont le rayon est  $1 + \alpha y$ , moins celles d'une sphère de même densité, & dont le rayon est  $1$ , ce qui réduit la question à déterminer l'attraction & la pression d'un sphéroïde dont le rayon est  $1 + \alpha y$ , en ne conservant dans le résultat que les termes multipliés par  $\alpha$ ; il n'est pas même nécessaire de considérer ici tous les termes de l'expression de  $y$ ; il n'y a d'utile que la partie  $Y$  de cette expression qui dépend des termes de la seconde classe, que nous avons discutée dans l'*art. XXVI*, & que nous sommes parvenus à déterminer dans le cas où la Terre est un ellipsoïde de révolution. Pour le faire voir, reprenons les équations (6), (7) & (9) de

l'art. XXII, & nommons  $Y, u, U, B^i$  &  $C^i$ , les parties des expressions de  $y, u, v, B$  &  $C$ , qui répondent au terme  $2 K. \sin. v. \cos. v. \sin. \theta. \cos. \theta. \cos. (nt + \varpi - \phi)$ , de l'expression de  $R$ , &  $Y^i, u^i, U^i, B^{i1}$  &  $C^{i1}$ , les parties des expressions de ces mêmes quantités qui répondent aux termes  $K. \cos. \theta^2. \cos. v^2 + \frac{1}{2} K. \sin. \theta^2. \sin. v^2 + \frac{1}{2} K. \sin. \theta^2. \sin. v^2. \cos. (2nt + 2\varpi - 2\phi)$ , de l'expression de  $R$ ; nous aurons les deux Systèmes suivans d'équations.

## P R E M I E R S Y S T È M E.

$$\begin{aligned}
 Y &= - \frac{l}{\sin. \theta} \cdot \frac{(\partial \cdot u \cdot \gamma \cdot \sin. \theta)}{\partial \theta} - l \gamma \cdot \left( \frac{\partial U}{\partial \varpi} \right), \\
 &\quad \left( \frac{\partial^2 u}{\partial t^2} \right) - 2n \cdot \left( \frac{\partial U}{\partial t} \right) \cdot \sin. \theta \cdot \cos. \theta \\
 &= - g \left( \frac{\partial Y}{\partial \theta} \right) + \delta B^i + 2K. \cos. 2\theta. \sin. v. \cos. v. \cos. (nt + \varpi - \phi), \\
 &\quad \left( \frac{\partial^2 U}{\partial t^2} \right) \cdot \sin. \theta^2 + 2n \cdot \left( \frac{\partial u}{\partial t} \right) \cdot \sin. \theta \cdot \cos. \theta \\
 &= - g \left( \frac{\partial Y}{\partial \varpi} \right) + \delta C^i \cdot \sin. \theta + K. \sin. 2\theta. \sin. v. \cos. v. \sin. (\phi - nt - \varpi).
 \end{aligned}$$

## S E C O N D S Y S T È M E.

$$\begin{aligned}
 Y^i &= - \frac{l}{\sin. \theta} \cdot \left( \frac{\partial (u^i \cdot \gamma \cdot \sin. \theta)}{\partial \theta} \right) - l \gamma \cdot \left( \frac{\partial U^i}{\partial \varpi} \right), \\
 &\quad \left( \frac{\partial^2 u^i}{\partial t^2} \right) - 2n \cdot \left( \frac{\partial U^i}{\partial t} \right) \cdot \sin. \theta \cdot \cos. \theta \\
 &= - g \left( \frac{\partial Y^i}{\partial \theta} \right) + \delta B^{i1} + K. \sin. 2\theta \cdot \left\{ \begin{array}{l} \frac{1}{2} \sin. v^2 - \cos. v^2 \\ + \frac{1}{2} \sin. v^2. \cos. (2nt + 2\varpi - 2\phi) \end{array} \right\} \\
 &\quad \left( \frac{\partial^2 U^i}{\partial t^2} \right) \cdot \sin. \theta^2 + 2n \cdot \left( \frac{\partial u^i}{\partial t} \right) \cdot \sin. \theta \cdot \cos. \theta \\
 &= - g \left( \frac{\partial Y^i}{\partial \varpi} \right) + \delta C^{i1} \cdot \sin. \theta + K. \sin. v^2. \sin. \theta^2. \sin. (2\phi - 2nt - 2\varpi).
 \end{aligned}$$

L'attraction & la pression d'un sphéroïde dont le rayon est  $1 + \alpha y$ , sont en ne conservant que les termes multipliés par  $\alpha$ , les mêmes que celles de deux sphéroïdes de

même densité, dont les rayons sont  $1 + aY$  &  $1 - aY'$ . Cela posé, imaginons deux astres dont les masses soient chacune la moitié de celle de l'astre  $S$ , & qui se meuvent de la même manière que cet astre, des deux côtés opposés de l'axe de la Terre, aux mêmes distances que lui du centre de cette Planète & du plan de l'Équateur, mais dont le premier soit constamment à 180 degrés de distance en longitude du second; il est clair que l'on aura pour déterminer les oscillations du fluide qui résultent de l'action de ces deux astres, le second Système d'équations; parce que le terme  $K \cdot \sin. v \cdot \cos. v \cdot \sin. \theta \cdot \cos. \theta \cdot \cos. (nt + \omega - \phi)$  de l'expression de  $R$ , que produit l'attraction de l'un de ces astres, étant détruit par un terme semblable, mais affecté d'un signe contraire que l'attraction de l'autre produit, le premier Système d'équations devient inutile; or ces deux astres étant semblablement placés des deux côtés opposés de l'axe terrestre, agiront de la même manière sur l'Océan, & lui donneront une figure telle que la résultante de son attraction & de sa pression passera par le centre de la Terre, & ne causera aucun dérangement dans la position de son axe. Il suit de-là que nous pouvons négliger ici la pression & l'attraction du sphéroïde dont le rayon est  $1 + aY$ , & ne considérer que celles du sphéroïde dont le rayon est  $1 - aY$ .

Il résulte de l'*art. XXVI*, que dans le cas de la Nature, où le mouvement de l'astre dans son orbite est très-lent relativement au mouvement de rotation de la Terre, la valeur de  $Y$  est de cette forme

$$Y = K \cdot \mu \cdot \sin. \theta \cdot \cos. \theta \cdot \sin. v \cdot \cos. v \cdot \cos. (nt + \omega - \phi).$$

Si l'on suppose, comme nous le ferons dans la suite, que le sphéroïde terrestre est partagé en deux parties égales & semblables par le plan de l'Équateur,  $\mu$  sera fonction de  $\cos. \theta^2$ , c'est-à-dire une fonction telle qu'elle reste la même, quels que soient les signes de  $\sin. \theta$  & de  $\cos. \theta$ ; car il est clair que la valeur de  $Y$  relative à une molécule située sembla-

blement que la molécule  $M$  de l'autre côté de l'équateur, est égale à ce que devient cette même valeur pour la molécule  $M$ , lorsque la déclinaison de l'Astre change de signe, & de boréale, par exemple, devient australe; d'où il suit que l'expression de  $Y$  doit rester la même, soit que l'on y change  $\nu$  en  $180 - \nu$ , ou  $\theta$  en  $180 - \theta$ ; le premier de ces deux changemens se réduit à conserver le signe de  $\sin. \nu$  & à changer celui de  $\cos. \nu$ ; le second se réduit à conserver le signe de  $\sin. \theta$  & à changer celui de  $\cos. \theta$ ; soit  $\mu'$  ce que devient  $\mu$  par ce dernier changement, on aura donc

$$\begin{aligned} &= K\mu \cdot \sin. \nu \cdot \cos. \nu \cdot \sin. \theta \cdot \cos. \theta \cdot \cos. (nt + \omega - \varphi) \\ &= - K\mu' \cdot \sin. \nu \cdot \cos. \nu \cdot \sin. \theta \cdot \cos. \theta \cdot \cos. (nt + \omega - \varphi), \end{aligned}$$

ce qui donne  $\mu = \mu'$ , en sorte que  $\mu$  ne change point en y changeant le signe de  $\cos. \theta$ ; pareillement, la valeur de  $Y$  relative à une molécule située sur le même parallèle que la molécule  $M$ , mais distante de celle-ci de  $180$  degrés en longitude, est égale à ce que devient cette même valeur pour la molécule  $M$  lorsque la longitude de l'Astre est augmentée de  $180$  degrés; d'où il suit que l'expression de  $Y$  doit rester la même, soit que l'on y change  $\varphi$  en  $180 + \varphi$ , ou  $\theta$  en  $-\theta$ ; le premier de ces deux changemens se réduit à changer le signe de  $\cos. (nt + \omega - \varphi)$ , le second se réduit à conserver le signe de  $\cos. \theta$ , & à changer celui de  $\sin. \theta$ ; soit  $\mu_1$  ce que devient  $\mu$  par ce changement, on aura

$$\begin{aligned} &= K\mu \cdot \sin. \nu \cdot \cos. \nu \cdot \sin. \theta \cdot \cos. \theta \cdot \cos. (nt + \omega - \varphi) \\ &= - K\mu_1 \cdot \sin. \nu \cdot \cos. \nu \cdot \sin. \theta \cdot \cos. \theta \cdot \cos. (nt + \omega - \varphi), \end{aligned}$$

ce qui donne  $\mu = \mu_1$ , en sorte que  $\mu$  ne change point en y changeant le signe de  $\sin. \theta$ ; cette fonction reste donc constamment la même, quels que soient les signes de  $\sin. \theta$  & de  $\cos. \theta$ .

Il s'agit présentement de déterminer l'attraction & la pression d'un sphéroïde fluide dont la densité est  $\delta$ , & le rayon  $1 + \alpha K\mu \cdot \sin. \theta \cdot \cos. \theta \cdot \sin. \nu \cdot \cos. \nu \cdot \cos. (nt + \omega - \varphi)$ , en ne conservant que les termes multipliés par  $\alpha$ . La pression

est facile à conclure de ce que nous avons démontré dans l'article *XX*; car si l'on nomme  $\alpha p'$  cette pression, il résulte de l'article cité, que

$$\alpha p' = \alpha \delta g . K \mu . \sin . \theta . \cos . \theta . \sin . v . \cos . v . \cos . (nt + \varpi - \phi).$$

Pour déterminer ensuite l'attraction du même sphéroïde, regardons pour un moment comme premier Méridien celui dans lequel l'Astre se trouve; il est clair que dans ce cas, l'angle  $nt + \varpi - \phi$  exprimera la longitude de la molécule fluide *M*; soit *ALB* le plan de ce Méridien qui partage Fig. 2. évidemment le sphéroïde en deux parties égales & semblables; soit encore *ACB* l'axe du sphéroïde, & *C* son centre d'inertie; le rayon mené de ce centre à un point quelconque *R* de la surface, dont la longitude est  $\varpi'$ , & pour lequel l'angle  $RCA = \theta'$ , fera  $1 + \alpha K \mu' . \sin . \theta' . \cos . \theta' . \sin . v . \cos . v . \cos . \varpi'$ ,  $\mu'$  étant pareille fonction de  $\theta'$ , que  $\mu$  l'est de  $\theta$ ; cherchons maintenant l'attraction du sphéroïde sur un point quelconque *N* pris dans son intérieur, dont la longitude est  $\varpi$ , & pour lequel l'angle  $NCA = \theta$ , & le rayon  $CN = s$ .

Soit tirée la droite *CL* perpendiculairement à *CA* dans le méridien de l'Astre, & par le point *N* soit mené le plan  $\alpha Nb$  parallèle au plan *ALB*; du point *C* soit élevée la perpendiculaire *Cc* à ces deux plans, & par les points *c* & *N* soient menées la droite *cNI*, la droite *ca* parallèle à *CA*, & les deux droites *cl*, & *νNK*, parallèles à *CL*; soit encore *Z* la projection du point *R* sur le plan  $\alpha Nb$ , & ayant élevé *NQ* perpendiculairement à ce plan, soit nommé *p* l'angle *RNQ*, *q* l'angle *ZNK*, *r* la droite *NR*, & *r'* le prolongement de cette droite jusqu'à son autre point *R'* de sortie du sphéroïde. Cela posé, considérons les deux pyramides infiniment petites opposées, qui ont leurs sommets au point *N*, & dont les bases situées aux points *R* & *R'* de la surface du sphéroïde, sont formées par les variations infiniment petites de *p* & de *q*; il est aisé de voir par l'article *I*, que les sections de ces pyramides faites en *R* & *R'* perpendiculairement aux droites *r* & *r'*, sont  $r^2 . \partial p . \partial q . \sin . p$ , &  $r'^2 \partial p . \partial q . \sin . p$ ; & comme ces pyramides agissent

Fig. 2. en sens contraire, il en résulte (*article I*) une seule action de  $N$  vers  $R$ , égale à  $(r - r') \partial p \partial q \cdot \sin. p$ . Si l'on décompose cette action en trois autres, la première suivant  $NK$  ou parallèlement à  $CL$ , la seconde suivant  $Nc$ , & la troisième suivant  $NQ$  ou perpendiculairement au plan  $ALB$ ; on aura pour la première,  $(r - r') \cdot \partial p \partial q \cdot \sin. p^2 \cdot \frac{\sin. ZNI}{\sin. KNI}$ ; or on a  $\sin. ZNI = \sin. (KNI - q)$ ; partant  $\frac{\sin. ZNI}{\sin. KNI} = \cos. q - \sin. q \cdot \frac{\cos. KNI}{\sin. KNI} = \cos. q - \sin. q \cdot \frac{Nv}{cv}$ ; mais on a  $cv = s \cdot \cos. \theta$ ,  $Nv = s \cdot \sin. \theta \cdot \cos. \varpi$ ; donc  $\frac{Nv}{cv} = \frac{\sin. \theta \cdot \cos. \varpi}{\cos. \theta}$ , &  $\frac{\sin. ZNI}{\sin. KNI} = \frac{\cos. \theta \cdot \cos. q - \sin. \theta \cdot \cos. \varpi \cdot \sin. q}{\cos. \theta}$ ; on aura ainsi pour la force, suivant  $NK$ ,

$$(r - r') \partial p \partial q \cdot \sin. p^2 \cdot \frac{[\cos. \theta \cdot \cos. q - \sin. \theta \cdot \cos. \varpi \cdot \sin. q]}{\cos. \theta};$$

quant aux deux autres forces, il est inutile d'y avoir égard, car 1.<sup>o</sup> l'action du sphéroïde entier sur le point  $N$  suivant  $NQ$ , est détruite par l'action du même sphéroïde sur un point  $N'$  semblablement placé que le point  $N$  de l'autre côté du plan  $ALB$ ; 2.<sup>o</sup> la résultante des deux actions réunies du sphéroïde sur les points  $N$  &  $N'$  parallèlement à  $Nc$ , c'est-à-dire parallèlement à la projection de  $NC$  sur le plan  $ALB$ , passe par le centre  $C$ , & n'influe par conséquent en aucune manière sur les mouvemens du sphéroïde autour de son centre d'inertie.

L'action entière du sphéroïde sur le point  $N$  parallèlement à  $CL$ , est

$$\iint (r - r') \partial p \partial q \cdot \sin. p^2 \cdot \frac{[\cos. \theta \cdot \cos. q - \sin. \theta \cdot \cos. \varpi \cdot \sin. q]}{\cos. \theta},$$

la double intégrale étant prise depuis  $p$  &  $q$  égaux à zéro, jusqu'à  $p$  &  $q$  égaux à 180 degrés. Pour exécuter cette double intégration, il faut connoître  $r$  &  $r'$  en fonctions de  $p$  & de  $q$ ; nous observerons pour cela que la distance  $RZ$  du point  $R$  au plan  $aNb$ , est  $r \cdot \cos. p$ , & que la distance du point  $N$  au plan  $ALB$ , ou, ce qui revient au même, du point  $N$ , au plan  $ALB$ ,

est  $s \cdot \sin. \theta \cdot \sin. \varpi$ ; partant, la distance  $RZ'$  du point  $R$  au plan  $ALB$ , est  $s \cdot \sin. \theta \cdot \sin. \varpi + r \cdot \cos. p$ ; la distance du point  $Z$  à la droite  $ca$  est  $r \cdot \sin. p \cdot \cos. q + s \cdot \sin. \theta \cdot \cos. \varpi$ ; & la distance à la droite  $cl$  est  $s \cdot \cos. \theta + r \sin. p \cdot \sin. q$ ; ce sont aussi les distances du point  $Z'$  aux droites  $CA$  &  $CL$ ; on aura ainsi

$$\begin{aligned} CR^2 &= (s \cdot \sin. \theta \cdot \sin. \varpi + r \cdot \cos. p)^2 + (s \cdot \sin. \theta \cdot \cos. \varpi + r \cdot \sin. p \cdot \cos. q)^2 \\ &\quad + (s \cdot \cos. \theta + r \cdot \sin. p \cdot \sin. q)^2 \\ &= r^2 + s^2 + 2sr \cdot \left\{ \begin{array}{l} \sin. \theta \cdot \sin. \varpi \cdot \cos. p + \sin. \theta \cdot \cos. \varpi \\ \sin. p \cdot \cos. q + \cos. \theta \cdot \sin. p \cdot \sin. q \end{array} \right\} \end{aligned}$$

Or on a, en négligeant les quantités de l'ordre  $\alpha^2$ ,

$$CR^2 = 1 + 2\alpha K\mu' \cdot \sin. \nu \cdot \cos. \nu \cdot \sin. \theta' \cdot \cos. \theta' \cdot \cos. \varpi';$$

en comparant donc ces deux valeurs de  $CR^2$ , & faisant pour abrégé,

$$M = \sin. \theta \cdot \sin. \varpi \cdot \cos. p + \sin. \theta \cdot \cos. \varpi \cdot \sin. p \cdot \cos. q + \cos. \theta \cdot \sin. p \cdot \sin. q,$$

on aura

$$r = -sM \pm \sqrt{(1 - s^2 + s^2 M^2 + 2\alpha K\mu' \cdot \sin. \nu \cdot \cos. \nu \cdot \sin. \theta' \cdot \cos. \theta' \cdot \cos. \varpi')},$$

partant

$$r = -sM \pm \sqrt{(1 - s^2 + s^2 M^2)} \pm \frac{\alpha K\mu' \cdot \sin. \nu \cdot \cos. \nu \cdot \sin. \theta' \cdot \cos. \theta' \cdot \cos. \varpi'}{\sqrt{(1 - s^2 + s^2 M^2)}};$$

$\cos. \theta'$  est, en négligeant les quantités de l'ordre  $\alpha$ , égal à la distance du point  $Z'$  à la droite  $CL$ , &  $\sin. \theta' \cdot \cos. \varpi'$  est égal à la distance de ce même point à l'axe  $CA$ , ce qui donne

$$\begin{aligned} \cos. \theta' &= s \cdot \cos. \theta + r \cdot \sin. p \cdot \sin. q = s \cdot \cos. \theta - sM \cdot \sin. p \cdot \sin. q \\ &\quad \pm \sin. p \cdot \sin. q \cdot \sqrt{(1 - s^2 + s^2 M^2)}, \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \sin. \theta' \cdot \cos. \varpi' &= s \cdot \sin. \theta \cdot \cos. \varpi + r \cdot \sin. p \cdot \cos. q \\ &= s \cdot \sin. \theta \cdot \cos. \varpi - sM \cdot \sin. p \cdot \cos. q \\ &\quad \pm \sin. p \cdot \cos. q \cdot \sqrt{(1 - s^2 + s^2 M^2)}. \end{aligned}$$

En substituant ces valeurs dans les quantités multipliées par  $\alpha$  de l'expression précédente de  $r$ , on observera que si l'on prend le radical avec le signe  $+$ , on aura la valeur de  $r$ ,

& que si on le prend avec le signe —, on aura la valeur de —  $r'$ ; d'où l'on tirera facilement

$$r - r' = -2sM + \alpha K'(\mu - \mu') \cdot \sin. \nu \cdot \cos. \nu \cdot \left\{ \begin{array}{l} s \cdot \cos. \theta \cdot \sin. p \cdot \cos. q \\ + s \cdot \sin. \theta \cdot \cos. \varpi \cdot \sin. p \cdot \sin. q \\ - 2sM \cdot \sin. p^2 \cdot \sin. q \cdot \cos. q \end{array} \right\} \\ + \frac{\alpha K'(\mu - \mu') \cdot \sin. \nu \cdot \cos. \nu}{\sqrt{(1 - s^2 + s^2 M^2)}} \cdot \left\{ \begin{array}{l} s^2 \cdot \sin. \theta \cdot \cos. \theta \cdot \cos. \varpi - s^2 M \cdot \sin. \theta \cdot \cos. \varpi \\ \cdot \sin. p \cdot \sin. q - s^2 M \cdot \cos. \theta \cdot \sin. p \cdot \cos. q \\ + \sin. p^2 \cdot \sin. q \cdot \cos. q \cdot (1 - s^2 + 2s^2 M^2) \end{array} \right\}$$

$\mu$  étant ce que devient  $\mu'$  lorsqu'on y substitue

$$s \cdot \cos. \theta - sM \cdot \sin. p \cdot \sin. q + \sin. p \cdot \sin. q \sqrt{(1 - s^2 + s^2 M^2)},$$

au lieu de  $\cos. \theta'$ , &  $\mu$  étant ce que devient cette même quantité, lorsqu'on y substitue

$$s \cdot \cos. \theta - sM \cdot \sin. p \cdot \sin. q - \sin. p \cdot \sin. q \sqrt{(1 - s^2 + s^2 M^2)},$$

au lieu de  $\cos. \theta'$ .

On peut extrêmement simplifier le calcul de la double intégration de la différentielle

$$(r - r') \cdot \partial p \cdot \partial q \cdot \sin. p^2 \cdot \frac{(\cos. \theta \cdot \cos. q - \sin. \theta \cdot \cos. \varpi \cdot \sin. q)}{\cos. \theta}$$

par les considérations suivantes :

1.<sup>o</sup> On peut rejeter les termes de la forme  $P' \partial p \cdot \partial q \cdot \cos. p$ ,  $P'$  étant fonction de  $\sin. q$ ,  $\cos. q$ ,  $\sin. p$  &  $\cos. p^2$ ; parce que ces termes étant les mêmes avec des signes contraires lorsque  $p$  se change en  $180^\circ - p$ , il est clair que l'intégrale entière  $\int P' \cdot \partial p \cdot \cos. p$  doit être nulle, en la prenant depuis  $p = 0$  jusqu'à  $p = 180^\circ$ ; par la même raison, on peut rejeter les termes de la forme  $Q \partial p \cdot \partial q \cdot \cos. q$ ,  $Q$  étant fonction de  $\sin. p$ ,  $\cos. p$ ,  $\sin. q$  &  $\cos. q^2$ .

2.<sup>o</sup> L'attraction du sphéroïde sur le point  $N'$  semblablement placé que le point  $N$ , de l'autre côté du plan  $ALB$ , décomposée



décomposée parallèlement à  $CL$ , est la même que sur le point  $N$ ; en sorte que si l'on abaisse  $NV$  perpendiculairement sur  $CA$ , la résultante de ces deux actions peut être censée appliquée au point  $V$ ; cette résultante est le double de la force dont le point  $N$  est animé parallèlement à  $CL$ ; mais si, comme nous le ferons dans la suite, au lieu de la force parallèle à  $CL$ , on considère cette résultante, ce qui revient à doubler l'intégrale précédente, il faudra ne faire varier  $\theta$  &  $\varpi$ , que depuis zéro jusqu'à  $180$  degrés, dans le calcul de l'attraction du sphéroïde sur la couche entière qui passe par le point  $N$ .

Il suit de-là que dans la double intégrale,

$$\iint (r - r') \partial p \partial q \cdot \sin.p^2 \cdot \frac{(\cos.\theta \cdot \cos.q - \sin.\theta \cdot \cos.\varpi \cdot \sin.q)}{\cos.\theta},$$

on peut rejeter les termes de la forme  $P'' \cdot \cos.\varpi$ ,  $P''$  étant fonction de  $\sin.\theta$ ,  $\cos.\theta$ ,  $\sin.\varpi$ ,  $\cos.\varpi^2$ ; car les forces que ces termes représentent, sont les mêmes avec des signes contraires, pour les deux points de la couche qui passe par le point  $N$ , pour lesquels  $s$  &  $\theta$  sont les mêmes, & dont les longitudes sont  $\varpi$  &  $180^\circ - \varpi$ . On peut encore rejeter les termes de la forme  $Q''$ ,  $Q''$  étant fonction de  $\sin.\varpi$ ,  $\cos.\varpi$ ,  $\sin.\theta$ ,  $\cos.\theta^2$ , parce que les forces représentées par ces termes, étant les mêmes pour les deux points pour lesquels  $s$  &  $\varpi$  sont les mêmes, & les angles  $\theta$ , sont  $\theta$  pour l'un, &  $180^\circ - \theta$  pour l'autre; il est clair que leur résultante projetée sur le plan du Méridien de l'astre passe par le centre  $C$  du sphéroïde; on aura donc en ne conservant que les termes multipliés par  $\alpha$ ,

$$2 \iint (r - r') \partial p \partial q \cdot \sin.p^2 \cdot \frac{(\cos.\theta \cdot \cos.q - \sin.\theta \cdot \cos.\varpi \cdot \sin.q)}{\cos.\theta} = \frac{\alpha K P \cdot \sin.v \cdot \cos.v}{\cos.\theta};$$

$P$  étant une fonction de  $s$ ,  $\sin.\theta$ ,  $\cos.\theta^2$ ,  $\sin.\varpi$  &  $\cos.\varpi^2$ ; c'est-à-dire, une fonction telle qu'elle reste la même, quels que soient les signes de  $\cos.\theta$  & de  $\cos.\varpi$ . La quantité précédente multipliée par la densité  $\delta$  du fluide, exprimera la résultante de l'attraction du sphéroïde parallèlement à  $CL$ ,

sur les deux points  $N$  &  $N'$  de la couche qui passe par le point  $N$ .

Si l'on considère pareillement la résultante de l'action de l'astre  $S$ , sur les deux points  $N$  &  $N'$ , parallèlement à la droite  $CL$ , en transportant en sens contraire à ces points, son action sur le centre  $C$ , & en décomposant ces actions parallèlement aux droites  $cNI$ ,  $CL$ , & perpendiculairement au plan  $ALB$ ; on trouvera facilement en rejetant tout ce qu'il est permis de rejeter d'après les considérations précédentes,

$$\frac{4\alpha Ks \cdot \sin. \nu \cdot \cos. \nu}{\cos. \theta} \cdot (\cos. \theta^2 - \sin. \theta^2 \cdot \cos. \varpi^2),$$

pour cette résultante que l'on pourra concevoir encore appliquée au point  $V$ ; en l'ajoutant à la force précédente, on aura

$$\frac{\alpha K \cdot \sin. \nu \cdot \cos. \nu}{\cos. \theta} \cdot (\delta P + 4s \cdot \cos. \theta^2 - 4s \cdot \sin. \theta^2 \cdot \cos. \varpi^2),$$

pour la force entière dont le point  $V$  est animé parallèlement à  $CL$ , en vertu des attractions de l'astre & du fluide sur les deux points  $N$  &  $N'$ .

Supposons, par exemple,  $\mu$  constant, c'est-à-dire, indépendant de  $\theta$ , on aura  $\mu = {}^1\mu = {}^{11}\mu$ ; partant

$$\begin{aligned} & 2 \iint (r - r^2) \partial p \partial q \cdot \sin. p^2 \cdot \frac{(\cos. \theta \cdot \cos. q - \sin. \theta \cdot \cos. \varpi \cdot \sin. q)}{\cos. \theta} \\ &= 4\alpha K\mu \cdot \frac{\sin. \nu \cdot \cos. \nu}{\cos. \theta} \cdot \iint \partial p \cdot \partial q \cdot \sin. p^2 \cdot (\cos. \theta \cdot \cos. q - \sin. \theta \cdot \cos. \varpi \cdot \sin. q) \\ & \quad \cdot \left\{ \begin{aligned} & s \cdot \cos. \theta \cdot \sin. p \cdot \cos. q - 2sM \cdot \sin. p^2 \cdot \sin. q \cdot \cos. q \\ & + s \cdot \sin. \theta \cdot \cos. \varpi \cdot \sin. p \cdot \sin. q; \end{aligned} \right. \end{aligned}$$

d'où l'on tirera aisément

$$P = \frac{8}{5} s \cdot \mu \cdot \pi \cdot (\cos. \theta^2 - \sin. \theta^2 \cos. \varpi^2),$$

en sorte que dans ce cas, la force entière appliquée en  $V$ , en vertu des attractions de l'astre & du fluide sur les points  $N$  &  $N'$ , est

$$\frac{4\alpha Ks \cdot \sin. \nu \cdot \cos. \nu}{\cos. \theta} \cdot \left( \frac{2}{5} \pi \delta \mu + 1 \right) \cdot (\cos. \theta^2 - \sin. \theta^2 \cos. \varpi^2).$$

Reprenons maintenant les équations (*V*) de l'article *XXIX*; nous pourrons y supposer

$$\psi = \frac{\alpha K \cdot \sin v \cdot \cos v}{\cos \theta} \cdot (\partial P + 4s \cdot \cos \theta^2 - 4s \cdot \sin \theta^2 \cdot \cos^2 \omega^2).$$

Il nous reste présentement à déterminer les petits espaces

$$\left( \frac{\partial \lambda}{\partial \rho} \right) \cdot \partial \rho, \left( \frac{\partial \lambda}{\partial \varphi^i} \right) \cdot \partial \varphi^i, \left( \frac{\partial \lambda}{\partial \epsilon} \right) \cdot \partial \epsilon, \text{ que le point } V \text{ auquel } \text{Fig. 1.}$$

la force  $\psi$  est appliquée, parcoure dans la direction de cette force, en vertu des variations de  $\rho$ ,  $\varphi^i$  &  $\epsilon$ . D'abord il est visible qu'en vertu de la variation de  $\rho$ , ce point reste immobile, puisque par hypothèse le sphéroïde tourne autour de l'axe *CA*, en vertu de la variation de  $\rho$ ; on aura donc

$$\left( \frac{\partial \lambda}{\partial \rho} \right) = 0; \text{ si l'on nomme ensuite } U \text{ la distance du}$$

méridien de l'Astre à l'Équinoxe d'automne, cette distance étant comptée sur l'Équateur suivant l'ordre des signes, on aura  $90 - U$ , pour l'angle que forme ce Méridien avec celui qui est perpendiculaire au plan de l'écliptique; cela posé, si l'on suppose à la projection de l'axe *AC* sur l'écliptique, un mouvement angulaire autour du centre *C*, & égal à  $\partial \varphi^i$ , le mouvement du point *V* fera visiblement égal à  $s \cdot \cos \theta \cdot \cos \epsilon \cdot \partial \varphi^i$ , & ce mouvement décomposé suivant la direction de la force  $\psi$ , fera  $s \cdot \cos \theta \cdot \cos \epsilon \cdot \partial \varphi^i \cos U$ ;

$$\text{on aura donc } \left( \frac{\partial \lambda}{\partial \varphi^i} \right) = s \cdot \cos \theta \cdot \cos \epsilon \cdot \cos U; \text{ pareillement,}$$

si l'on suppose l'axe *AC* décrire autour du centre *C*, dans le plan du Méridien perpendiculaire à l'écliptique, l'angle différentiel  $\partial \epsilon$ ; le mouvement du point *V* fera  $s \cdot \cos \theta \cdot \partial \epsilon$ , & ce mouvement décomposé dans la direction de la puissance  $\psi$ , fera  $s \cdot \cos \theta \cdot \partial \epsilon \cdot \sin U$ ; on aura ainsi

$$\left( \frac{\partial \lambda}{\partial \epsilon} \right) = s \cdot \cos \theta \cdot \sin U; \text{ partant}$$

$$\psi \left( \frac{\partial \lambda}{\partial \rho} \right) = 0.$$

$$\psi\left(\frac{\partial \lambda}{\partial \varphi^1}\right) = \alpha K s \cdot \sin. v \cdot \cos. v \cdot \cos. U \cdot \cos. \varepsilon \cdot (\partial P + 4 s \cdot \cos. \theta^2 - 4 s \cdot \sin. \theta^2 \cdot \cos. \varpi^2),$$

$$\psi\left(\frac{\partial \lambda}{\partial \varepsilon}\right) = \alpha K s \cdot \sin. v \cdot \cos. v \cdot \sin. U \cdot (\partial P + 4 s \cdot \cos. \theta^2 - 4 s \cdot \sin. \theta^2 \cdot \cos. \varpi^2).$$

Supposons maintenant que le rayon  $s$  de la couche du sphéroïde terrestre qui passe par le point  $N$ , soit  $r + \gamma'$ ,  $r$  étant le demi-axe de cette couche perpendiculaire au plan de l'Équateur, &  $\gamma'$  étant une très-petite fonction de  $r$  & de  $\cos. \theta$ ; soit encore, comme dans l'article *XXIX*,  $R$  la densité de cette couche,  $R$  étant fonction de  $r$ ; on multipliera les valeurs précédentes de  $\psi\left(\frac{\partial \lambda}{\partial \varphi^1}\right)$  & de  $\psi\left(\frac{\partial \lambda}{\partial \varepsilon}\right)$ , par la quantité

$$R \cdot (r + \gamma')^2 \cdot \partial \theta \cdot \partial \varpi \cdot \sin. \theta \cdot \partial r \left[ 1 + \left( \frac{\partial \gamma'}{\partial r} \right) \right] \text{ qui}$$

représente la masse de la particule du sphéroïde située au point  $N$ , & après avoir substitué dans ces valeurs  $r + \gamma'$  au lieu de  $s$ , on intégrera successivement ces produits par rapport à  $\theta$ ,  $\varpi$  &  $r$ ; soit donc

$$F = \iiint R \cdot (r + \gamma')^3 \cdot \partial r \cdot \partial \theta \cdot \partial \varpi \cdot \sin. \theta \cdot \left[ 1 + \left( \frac{\partial \gamma'}{\partial r} \right) \right] \cdot (\partial P + 4 s \cdot \cos. \theta^2 - 4 s \cdot \sin. \theta^2 \cdot \cos. \varpi^2);$$

la triple intégrale étant prise depuis  $\theta$  &  $\varpi$  égaux à zéro, jusqu'à  $\theta$  &  $\varpi$  égaux à  $180^\circ$ , & depuis  $r = 0$ , jusqu'à  $r = 1$ ; on aura pour la somme des termes  $\psi\left(\frac{\partial \lambda}{\partial \varphi^1}\right)$ ,  $\psi^1\left(\frac{\partial \lambda^1}{\partial \varphi^1}\right)$ , &c, qui résultent des attractions de l'Astre & du fluide,

$$\alpha K F \cdot \sin. v \cdot \cos. v \cdot \cos. \varepsilon \cdot \cos. U,$$

& pour la somme des termes  $\psi\left(\frac{\partial \lambda}{\partial \varepsilon}\right)$ ,  $\psi^1\left(\frac{\partial \lambda^1}{\partial \varepsilon}\right)$ , &c, qui résultent de ces mêmes attractions, on aura

$$\alpha K F \cdot \sin. v \cdot \cos. v \cdot \sin. U.$$

On peut simplifier le calcul de  $F$ , en observant que si le sphéroïde étoit une sphère, ou ce qui revient au même, si l'on avoit  $\gamma' = 0$ , on auroit  $F = 0$ , puisque la résultante des attractions du fluide & de l'Astre, passeroit alors

par le centre  $C$  du sphéroïde; on peut donc rejeter tous les termes qui ne sont point multipliés par  $\gamma'$  ou par sa différence; de plus, cette quantité étant extrêmement petite, on peut négliger les termes de l'ordre  $\gamma'^2$ .

Il faut présentement ajouter aux quantités précédentes, celles qui résultent de la pression de la mer sur la surface du sphéroïde qu'elle recouvre; nous avons vu ci-dessus que cette pression est égale à

$$\alpha \delta g \mu \cdot K \cdot \sin. \theta \cdot \cos. \theta \cdot \sin. \nu \cdot \cos. \nu \cdot \cos. (nt + \varpi - \phi); \text{ Fig. 3.}$$

soit donc  $i + \gamma''$  le rayon  $CM$  du sphéroïde terrestre,  $\gamma''$  étant une très-petite fonction de  $\theta$ ; la pression en  $M$  étant perpendiculaire à la surface de ce sphéroïde, la direction va rencontrer l'axe  $CA$  dans un point  $V'$  tel que si l'on

$$\text{néglige les quantités de l'ordre } \gamma''^2, \text{ on aura } CV' = -\frac{\partial \gamma''}{\partial \theta \cdot \sin. \theta};$$

en concevant donc cette pression immédiatement appliquée au point  $V'$ , on la décomposera en trois autres, la première perpendiculaire au plan  $ALB$  du méridien de l'Astre, & à laquelle il est inutile d'avoir égard, parce qu'elle est détruite par une force semblable qui résulte de la pression du sphéroïde sur un point  $M'$  semblablement placé que le point  $M$ , de l'autre côté du plan  $ALB$ ; la seconde suivant l'axe  $CA$ , & que l'on peut négliger, parce qu'elle passe par le centre  $C$  du sphéroïde; la troisième enfin, parallèlement à  $CL$ , & qui est à très-peu-près égale à

$$- \alpha \delta g K \mu \cdot \sin. \theta^2 \cdot \cos. \theta \cdot \sin. \nu \cdot \cos. \nu \cdot \cos. (nt + \varpi - \phi)^2;$$

nous lui donnons le signe —, parce qu'elle est dirigée vers l'axe  $CA$  du sphéroïde; en représentant donc cette force par  $\downarrow$ , on trouvera fort aisément par ce qui précède,

$$\downarrow \left( \frac{\partial \lambda}{\partial \rho} \right) = 0,$$

$$\downarrow \left( \frac{\partial \lambda}{\partial \phi} \right) = \alpha \delta g \mu K \cdot \sin. \theta \cdot \cos. \theta \cdot \left( \frac{\partial \gamma''}{\partial \theta} \right) \cdot \sin. \nu \cdot \cos. \nu \cdot \cos. \epsilon \cdot \cos. U \cdot \cos. (nt + \varpi - \phi)^2$$

$$\downarrow \left( \frac{\partial \lambda}{\partial \epsilon} \right) = \alpha \delta g \mu K \cdot \sin. \theta \cdot \cos. \theta \cdot \left( \frac{\partial \gamma''}{\partial \theta} \right) \cdot \sin. \nu \cdot \cos. \nu \cdot \sin. U \cdot \cos. (nt + \varpi - \phi)^2;$$

pour étendre ces valeurs à toute la surface du sphéroïde, on les multipliera par  $\partial\varpi \cdot \partial\theta \cdot \sin.\theta$ , & on en prendra l'intégrale, depuis  $\varpi = 0$  jusqu'à  $\varpi = 360^d$ , & depuis  $\theta = 0$  jusqu'à  $\theta = 180^d$ ; soit donc

$$F^r = \pi \cdot \delta g \cdot \int \mu \partial\theta \cdot \sin.\theta^2 \cdot \cos.\theta \cdot \left( \frac{\partial \gamma^{rr}}{\partial \theta} \right),$$

& l'on aura pour la somme des termes  $\downarrow \left( \frac{\partial \lambda}{\partial \varphi^r} \right)$ ,  $\downarrow^r \left( \frac{\partial \lambda^r}{\partial \varphi^r} \right)$ , &c, qui résultent de la pression du fluide sur la surface du sphéroïde terrestre,

$$\alpha KF^r \cdot \sin.\nu \cdot \cos.\nu \cdot \cos.\epsilon \cdot \cos.U;$$

& pour la somme des termes  $\downarrow \left( \frac{\partial \lambda}{\partial \epsilon} \right)$ ,  $\downarrow^r \left( \frac{\partial \lambda^r}{\partial \epsilon} \right)$ , &c, qui résultent de cette même pression, on aura

$$\alpha KF \cdot \sin.\nu \cdot \cos.\nu \cdot \sin.U;$$

soit  $\frac{F + F^r}{H} = E$ , les équations (V) de l'art. XXIX, donneront

$$\left. \begin{aligned} 0 &= \partial \cdot (\partial \rho + \sin.\epsilon \cdot \partial \varphi^r), \\ 0 &= -\alpha KE \cdot \partial t^2 \cdot \sin.\nu \cdot \cos.\nu \cdot \cos.\epsilon \cdot \cos.U + \partial \cdot (\partial \varphi^r + \sin.\epsilon \cdot \partial \rho), \\ 0 &= \alpha KE \cdot \partial t^2 \cdot \sin.\nu \cdot \cos.\nu \cdot \sin.U + \cos.\epsilon \cdot \partial \varphi^r \cdot \partial \rho - \partial^2 \epsilon, \end{aligned} \right\}; (V')$$

### XXXI.

LA première des équations (V'), donne en l'intégrant,

$$\partial \rho = \alpha \partial t - \partial \varphi^r \cdot \sin.\epsilon; (31)$$

$\alpha$  étant une constante arbitraire; cette équation servira à déterminer  $\rho$ , lorsqu'on connoîtra  $\varphi^r$  &  $\epsilon$ , en fonctions du temps  $t$ ; pour cela nous observerons que  $\left( \frac{\partial \rho}{\partial t} \right)$  ne diffère de  $n$ , que de quantités de l'ordre  $\alpha$ , puisque nous supposons ici que la Terre tourne à très-peu-près uniformément autour de l'axe  $AC$ ; de plus  $\frac{\partial \varphi^r}{\partial t}$  &  $\frac{\partial \epsilon}{\partial t}$ , sont de l'ordre  $\alpha$ ; la

troisième des équations ( $V'$ ) devient donc en négligeant les quantités de l'ordre  $\alpha^2$ ,

$$0 = \alpha KE \cdot \partial t^2 \cdot \sin. \nu \cdot \cos. \nu \cdot \sin. U + n \partial t \cdot \partial \phi' \cdot \cos. \epsilon - \partial^2 \epsilon;$$

d'où l'on tire en intégrant

$$\frac{\partial \epsilon}{\partial t} = n \phi' \cdot \cos. \epsilon + \int \alpha KE \partial t \cdot \sin. \nu \cdot \cos. \nu \cdot \sin. U, \quad (32)$$

équation au moyen de laquelle on aura  $\epsilon$ , lorsqu'on aura déterminé  $\phi'$ .

La seconde des équations ( $V'$ ), donne

$$0 = -\alpha KE \cdot \partial t^2 \cdot \sin. \nu \cdot \cos. \nu \cdot \cos. \epsilon \cdot \cos. U + \partial \partial \phi' + n \partial t \partial \epsilon \cdot \cos. \epsilon + \sin. \epsilon \cdot \partial \partial \rho;$$

& la première donne

$$-\partial \partial \phi' \cdot \sin. \epsilon^2 = \partial \partial \rho \cdot \sin. \epsilon;$$

partant

$$0 = -\alpha KE \cdot \partial t^2 \cdot \sin. \nu \cdot \cos. \nu \cdot \cos. \epsilon \cdot \cos. U + \partial \partial \phi' \cdot \cos. \epsilon^2 + n \partial \epsilon \cdot \partial t \cdot \cos. \epsilon;$$

en substituant dans cette équation, au lieu de  $\partial \epsilon$ , la valeur que donne l'équation (32), on aura

$$0 = \frac{\partial^2 \phi'}{\partial t^2} + n^2 \cdot \phi' + \alpha n E \cdot \int \frac{K \partial t}{\cos. \epsilon} \cdot \sin. \nu \cdot \cos. \nu \cdot \sin. U - \frac{\alpha KE}{\cos. \epsilon} \cdot \sin. \nu \cdot \cos. \nu \cdot \cos. U;$$

cette équation donnera en l'intégrant, la valeur de  $\phi'$ ; l'équation (32) donnera ensuite celle de  $\epsilon$ ; & l'équation (31) donnera celle de  $\rho$ . Il est aisé de voir que les intégrales de ces équations renfermeront en tout six constantes arbitraires que l'on déterminera par les conditions primitives du mouvement du sphéroïde. Pour intégrer ces équations, il faut connoître  $K$ ,  $\sin. \nu \cdot \cos. \nu \cdot \sin. U$ , &  $\sin. \nu \cdot \cos. \nu \cdot \cos. U$ , en fonctions du temps  $t$ ; or on a  $\alpha K = \frac{3 S}{2 h^3}$ , &  $h$  est connu en fonction de  $t$ , par la loi du mouvement de l'astre; de plus, il est visible que  $180^\circ + U$  exprime son ascension droite, &  $90^\circ - \nu$ , sa déclinaison; soit donc  $z$  la

longitude &  $q'$  sa latitude rapportées à l'écliptique, on tirera facilement des formules connues de la Trigonométrie pour réduire l'ascension droite & la déclinaison d'un astre, en longitude & latitude rapportées à l'écliptique,

$$\cos. \nu = \sin. \varepsilon. \sin. q' + \cos. \varepsilon. \cos. q' \cdot \sin. \zeta,$$

$$\sin. \nu \cdot \cos. U = - \cos. q' \cdot \cos. \zeta,$$

$$\sin. \nu \cdot \sin. U = \cos. \varepsilon. \sin. q' - \sin. \varepsilon. \cos. q' \cdot \sin. \zeta;$$

partant

$$\sin. \nu \cdot \cos. \nu \cdot \cos. U = - \cos. q' \cdot \cos. \zeta \cdot (\sin. \varepsilon. \sin. q' + \cos. \varepsilon. \cos. q' \cdot \sin. \zeta),$$

$$\sin. \nu \cdot \cos. \nu \cdot \sin. U = (\cos. \varepsilon. \sin. q' - \sin. \varepsilon. \cos. q' \cdot \sin. \zeta) \cdot \left\{ \begin{array}{l} \sin. \varepsilon. \sin. q' \\ + \cos. \varepsilon. \cos. q' \cdot \sin. \zeta \end{array} \right\}$$

Nous supposons ici, pour plus de simplicité, que l'orbite de l'astre projetée sur le plan de l'écliptique est circulaire, & que son inclinaison est très-petite, en sorte que parmi les termes multipliés par la tangente de cette inclinaison, nous ne conserverons que ceux qui peuvent devenir fort grands par les intégrations; il sera facile d'avoir égard si l'on veut, aux différentes inégalités du mouvement de l'astre. Supposons conséquemment  $\zeta = mt + A$ , &  $\tan. q' = c \cdot \sin. (m't + A')$ ,  $c$  représentant la tangente de l'inclinaison moyenne de l'orbite;  $(m - m') \cdot t + A - A'$  exprimera la distance moyenne du nœud ascendant de l'orbite lunaire à l'équinoxe du Printemps; & comme le moyen mouvement du nœud est très-lent relativement à celui de la Lune,  $m - m'$  est très-peu considérable par rapport à  $m$ ; on a ensuite à très-peu-près,  $\sin. q' = \tan. q'$ , &  $\cos. q' = 1$ ; cela posé, si l'on néglige les quantités de l'ordre  $c^2$ , & que parmi les termes de l'ordre  $c$ , on ne conserve que les sinus & les cosinus de l'angle  $(m - m') \cdot t + A - A'$ , parce qu'ils deviennent

très-



très-considérables par les intégrations, on aura

$$\alpha KE \cdot \sin. \nu \cdot \cos. \nu \cdot \cos. U = \frac{\alpha KE}{2} \cdot \left\{ \begin{array}{l} c \cdot \sin. \epsilon \cdot \sin. [(m - m')t + A - A'] \\ - \cos. \epsilon \cdot \sin. (2mt + 2A) \end{array} \right\}$$

$$\alpha KE \cdot \sin. \nu \cdot \cos. \nu \cdot \sin. U = \frac{\alpha KE}{2} \cdot \left\{ \begin{array}{l} \sin. \epsilon \cdot \cos. \epsilon \cdot [\cos. (2mt + 2A) - 1] \\ + c \cdot (1 - 2 \sin. \epsilon^2) \\ \cdot \cos. [(m - m')t + A - A'] \end{array} \right\}$$

on aura ainsi

$$0 = \frac{\partial^2 \varphi^2}{\partial t^2} + n^2 \varphi^2$$

$$+ \frac{\alpha K \cdot E}{2} \cdot \left\{ \begin{array}{l} \left( \frac{n}{2m} \cdot \sin. \epsilon + 1 \right) \cdot \sin. (2mt + 2A) + H^2 - nt \cdot \sin. \epsilon \\ + \frac{nc}{m - m'} \cdot (1 - 2 \sin. \epsilon^2) - c \cdot \sin. \epsilon \\ + \frac{nc}{\cos. \epsilon} \cdot \sin. [(m - m')t + A - A'] \end{array} \right\}$$

$H^2$  étant une constante arbitraire qui résulte de l'intégrale  $\int K \cdot \partial t \cdot \sin. \nu \cdot \cos. \nu \cdot \sin. U$ ; on aura donc en intégrant & observant que  $m$  étant très-petit par rapport à  $n$ , on peut négliger  $m^2$  vis-à-vis de  $n^2$ ,

$$\varphi^2 = N \cdot \sin. nt + N^2 \cdot \cos. nt$$

$$- \frac{\alpha K \cdot E}{2 n^2} \cdot \left\{ \begin{array}{l} H^2 - nt \cdot \sin. \epsilon + \left[ \frac{n}{2m} \cdot \sin. \epsilon + 1 \right] \cdot \sin. (2mt + 2A) \\ + \frac{nc}{m - m'} \cdot (1 - 2 \sin. \epsilon^2) - c \cdot \sin. \epsilon \\ + \frac{nc}{\cos. \epsilon} \cdot \sin. [(m - m')t + A - A'] \end{array} \right\}$$

ou à très-peu près,

$$\varphi^2 = N \cdot \sin. nt + N^2 \cdot \cos. nt$$

$$- \frac{\alpha K \cdot E}{2 n^2} \cdot \left\{ \begin{array}{l} H^2 - nt \cdot \sin. \epsilon + \frac{n}{2m} \cdot \sin. \epsilon \cdot \sin. (2mt + 2A) \\ + \frac{nc}{m - m'} \cdot \frac{\cos. 2\epsilon}{\cos. \epsilon} \cdot \sin. [(m - m')t + A - A'] \end{array} \right\}$$

$N$  &  $N^2$  étant deux constantes arbitraires; l'équation (32) donnera ensuite

*Mém. 1776.*

$$\epsilon = H'' - N. \cos. \epsilon. \cos. nt + N'. \cos. \epsilon. \sin. nt$$

$$+ \frac{\alpha K. E}{2 n^3} \cdot \left\{ \frac{n}{2 m} \cdot \cos. \epsilon. \cos. (2 m t + 2 A) \right. \\ \left. - \frac{n c}{m - m'} \cdot \sin. \epsilon. \cos. [(m - m') \cdot t + A - A'] \right\}$$

$H''$  étant une nouvelle constante arbitraire; en substituant ces valeurs dans l'équation (31), on en tirera facilement la valeur de  $\rho$  en fonction du temps  $t$ .

Supposons que les valeurs précédentes de  $\phi'$ ,  $\epsilon$  &  $\rho$  soient celles qui résultent de l'action de la Lune; on aura celles qui résultent de l'action du Soleil, en y supposant  $c = 0$ , & en y changeant les quantités relatives à la Lune, dans celles qui sont relatives au Soleil; soit  $K'$  ce qu'est pour le Soleil, la quantité  $K$  relative à la Lune; la précession moyenne des Équinoxes sera en vertu des actions réunies du Soleil & de la Lune,

$$\frac{\alpha. E}{2 n^2} \cdot \sin. \epsilon. (K + K') \cdot n t,$$

l'équation la plus sensible de la précession, sera

$$- \frac{\alpha K. E}{2 n^3} \cdot \frac{n c. \cos. 2 \epsilon}{(m - m') \cdot \cos. \epsilon} \cdot \sin. [(m - m') \cdot t + A - A']$$

& l'équation la plus sensible de la nutation de l'axe de la Terre, sera

$$- \frac{\alpha K. E}{2 n^3} \cdot \frac{n c}{m - m'} \cdot \sin. \epsilon. \cos. [(m - m') \cdot t + A - A'].$$

## X X X I I.

EN comparant les résultats précédens aux observations, il nous seroit aisé de faire voir leur accord avec les phénomènes de la précession & de la nutation; mais cette comparaison ayant été faite avec soin dans plusieurs excellens Ouvrages, & principalement dans les belles Recherches de M. d'Alembert sur cette matière; nous nous bornerons ici à faire sur nos résultats quelques remarques nouvelles, & qui auront principalement pour objet leur différence de ceux qui sont déjà connus.

Nous observerons d'abord que la précession moyenne des équinoxes, résultante de l'action du Soleil & de la Lune, n'est pas la même dans les différens siècles, puisqu'elle est proportionnelle au cosinus de l'obliquité de l'Écliptique, qui comme l'on sait, n'est pas constante; supposons par exemple, que dans ce siècle cette précession soit de  $50''\frac{1}{3}$  par année, & qu'au temps d'Hipparque, l'obliquité de l'Écliptique ait été de  $r$  minutes plus grande qu'aujourd'hui, on trouvera facilement qu'en vertu de l'action du Soleil & de la Lune, la précession moyenne des équinoxes étoit alors égale à  $50''\frac{1}{3} - r.0'',006355$ ; la longueur de l'année tropique étoit donc, par cette seule considération, plus grande au temps d'Hipparque que de nos jours, d'environ  $r.0'',155$ ; en sorte que si l'on suppose, conformément aux anciennes observations,  $r = 23$ , on aura  $3''\frac{1}{2}$  à peu-près pour la différence qui en résulte entre l'année tropique moderne & celle du temps d'Hipparque: or cette différence n'est point à négliger dans une détermination exacte de la durée de l'année tropique.

Nous observerons ensuite que quelle que soit la loi de la profondeur de la mer, pourvu que le sphéroïde qu'elle recouvre soit un solide de révolution divisé en deux parties égales & semblables par l'Équateur, les loix de la précession des équinoxes seront les mêmes; c'est-à-dire que la précession des équinoxes sera toujours représentée par un terme qui croît uniformément, & par un autre terme proportionnel au sinus de la distance du nœud de la Lune à l'équinoxe, & que la nutation sera toujours représentée par un terme proportionnel au cosinus de cette même distance. Tous ces termes augmenteront ou diminueront proportionnellement dans les différentes suppositions sur la loi de la profondeur de la mer, & sur celle de la densité des couches du sphéroïde qu'elle recouvre; elles ne peuvent donc influer que sur la valeur absolue des coefficients de ces termes; nous allons déterminer ces coefficients dans le cas où le sphéroïde que la mer recouvre est un ellipsoïde de révolution.

Dans ce cas , la loi de la profondeur de la mer peut être représentée par  $l + q \cdot \sin. \theta^2$ , & l'on a par l'*art. XXVI*,

$$Y = \frac{4 K q \cdot \sin. v \cdot \cos. v \cdot \sin. \theta \cdot \cos. \theta}{2 q g \cdot \left(1 - \frac{3 \Delta}{5 \Delta^{(1)}}\right) - n^2} \cdot \cos. (n t + \varpi - \varphi),$$

en sorte que la quantité que nous avons nommée  $\mu$  dans

l'*art. XXX*, est ici constante & égale à  $\frac{4 q}{2 q g \cdot \left(1 - \frac{3 \Delta}{5 \Delta^{(1)}}\right) - n^2}$  ;

on aura donc par le même *article XXX*, & en observant

$$\text{que } g = \frac{4}{3} \pi \cdot \Delta^{(1)},$$

$$P = \frac{\frac{24}{5} \cdot s \cdot q}{\left[2 q \cdot \left(1 - \frac{3 \Delta}{5 \Delta^{(1)}}\right) - \frac{n^2}{g}\right] \Delta^{(1)}} \cdot [\cos. \theta^2 - \sin. \theta^2 \cdot \cos. \varpi^2];$$

partant, si l'on suppose  $\gamma' = r \mathcal{C} \cdot \sin. \theta^2$ ,  $\mathcal{C}$  étant une fonction quelconque très-petite de  $r$ , qui représente l'ellipticité de la couche du sphéroïde dont le demi-petit axe est  $r$ , on aura

$$F = - \frac{16}{15} \cdot \pi \cdot \frac{2 q - \frac{n^2}{g}}{2 q \left(1 - \frac{3 \Delta}{5 \Delta^{(1)}}\right) - \frac{n^2}{g}} \cdot \int R \cdot \partial \cdot (r' \mathcal{C}),$$

Si l'on nomme ensuite  $q^1$  la valeur de  $\mathcal{C}$  lorsque  $r = 1$ , ou ce qui revient au même, l'ellipticité du sphéroïde que la mer recouvre, on aura  $\gamma^{11} = q^1 \cdot \sin. \theta^2$ ; partant

$$F^1 = \frac{\frac{32 \pi}{15} \cdot \Delta q q^1}{2 q \cdot \left(1 - \frac{3 \Delta}{5 \Delta^{(1)}}\right) - \frac{n^2}{g}};$$

on aura donc

$$E = \frac{F + F^2}{H} = \frac{4 \delta \cdot q q^2 - (4 q - \frac{2 n^2}{g}) \cdot f R \cdot \partial (6 r^3)}{[2 q (1 - \frac{3 \delta}{5 \delta^{(1)}}) - \frac{n^2}{g}] \cdot f R \cdot \partial \cdot r^5}.$$

Si l'on suppose  $q = 0$ , on aura le cas dans lequel la réaction de la mer n'a aucune influence sur le phénomène de la précession des équinoxes; dans ce cas,  $E = - \frac{2 f R \cdot \partial (6 r^3)}{f R \cdot \partial \cdot r^5}$ ; d'où il suit que la précession moyenne des équinoxes & la nutation de l'axe de la Terre, lorsqu'on a égard à la réaction des eaux de la mer, sont à cette précession & à cette nutation lorsqu'on n'y a aucun égard, dans le rapport de

$$(2 q - \frac{n^2}{g}) \cdot f R \cdot \partial \cdot (6 r^3) - 2 \delta \cdot q q^2$$

$$\text{à} \quad [2 q \cdot (1 - \frac{3 \delta}{5 \delta^{(1)}}) - \frac{n^2}{g}] \cdot f R \cdot \partial (6 \cdot r^3);$$

on voit par-là que si  $q$  &  $\delta$  ont un rapport sensible à l'ellipticité & à la densité du sphéroïde terrestre, la précession des équinoxes sera très-sensiblement différente dans ces deux cas; mais pour mettre cette différence dans un plus grand jour, nous allons considérer ici quelques exemples particuliers.

Soit  $q = \frac{n^2}{2g} = \frac{1}{578}$ , on aura  $F = 0$ , quelle que soit la densité  $\delta$  de la mer; & comme cette quantité exprime l'effet des attractions de l'Océan, du Soleil & de la Lune sur le sphéroïde terrestre, il en résulte que ces attractions n'ont alors aucune influence sur la précession des équinoxes, & que ce phénomène est uniquement dû à la pression de la mer sur la surface du sphéroïde qu'elle recouvre; il est vrai que dans ce cas, l'effet de cette pression est indépendant de la densité  $\delta$  de la mer, car on a

$$F' = - \frac{16\pi}{9} \cdot \delta^{(1)} q', \text{ \& } E = - \frac{10 \delta^{(1)} \cdot q'}{3 f R \partial \cdot r^5}.$$

Dans cet exemple, la précession & la nutation sont à ce qu'elles seroient si l'on n'avoit aucun égard à la réaction de la mer, comme  $\delta^{(1)} \cdot q'$  est à  $3 f R \cdot \partial \cdot (\mathcal{C} r^5)$ , & par conséquent comme 5 est à 3 si le sphéroïde terrestre est homogène, parce qu'alors  $f R \cdot \partial \cdot (\mathcal{C} r^5) = \delta^{(1)} \cdot q'$ .

En général, dans la supposition de l'homogénéité du sphéroïde terrestre, on a quel que soit  $q$ ,

$$E = - \frac{2 q' \cdot \left[ \frac{n^2}{2g} - q \left( 1 - \frac{\delta}{\delta^{(1)}} \right) \right]}{\frac{n^2}{2g} - q \cdot \left( 1 - \frac{3\delta}{5 \delta^{(1)}} \right)}.$$

Si  $q = \frac{n^2}{2g} \cdot \frac{\delta^{(1)}}{\delta^{(1)} - \delta}$ , on a  $E = 0$ ; d'où il suit que

dans ce cas, il n'y a ni précession ni nutation dans l'axe de la Terre, quoique l'une & l'autre puissent être très-sensibles lorsqu'on néglige la réaction de la mer.

Ces deux exemples suffisent pour faire voir combien il seroit nécessaire d'avoir égard à cette réaction dans la théorie de la précession des Équinoxes, si la valeur de  $q$  étoit un peu considérable; mais nous avons observé dans l'article *XXVI*, que pour satisfaire aux observations sur le peu de différence qui existe entre les deux marées d'un même jour, il falloit supposer  $q$  extrêmement petit eu égard à l'ellipticité du sphéroïde terrestre; en sorte que dans la Nature, la réaction des eaux de la mer sur le sphéroïde terrestre, n'a qu'une très-petite influence sur la précession des Équinoxes & sur la nutation de l'axe de la Terre. Il n'en est pas ainsi dans la théorie ordinaire dans laquelle on suppose d'après Newton, que les eaux de la mer prennent instantanément l'état où elles seroient en équilibre, si l'astre qui les attire

étoit immobile, & si la Terre n'avoit point de mouvement de rotation ; dans ce cas, on a par l'article XIX,

$$Y = \frac{{}^2 K}{g \cdot \left(1 - \frac{{}^3 \mathcal{A}}{{}_5 \mathcal{A}^{(1)}}\right)} \cdot \sin. \nu \cdot \cos. \nu \cdot \sin. \theta \cdot \cos. \theta \cdot \cos. (n t + \varpi - \phi),$$

en sorte que  $\mu = \frac{{}^2}{g \cdot \left(1 - \frac{{}^3 \mathcal{A}}{{}_5 \mathcal{A}^{(1)}}\right)}$ , ce qui revient

à faire  $n = 0$  dans l'expression précédente de  $\mu$ , & par conséquent aussi dans celle de  $E$ ; on aura donc dans cette hypothèse,

$$E = \frac{{}^2 \mathcal{A} q^2 - {}^2 f R \cdot \vartheta (6 r^2)}{\left(1 - \frac{{}^3 \mathcal{A}}{{}_5 \mathcal{A}^{(1)}}\right) \cdot f R \cdot \vartheta \cdot r^2}.$$

Si l'on supposoit le sphéroïde terrestre homogène, on auroit

$$E = - \frac{{}^{10} q^2 \cdot (\mathcal{A}^{(1)} - \mathcal{A})}{{}_5 \mathcal{A}^{(1)} - {}^3 \mathcal{A}}.$$

Partant, si la densité  $\mathcal{A}$  de la mer étoit égale à la densité  $\mathcal{A}^{(1)}$  du sphéroïde, on auroit  $E = 0$ ; il n'y auroit conséquemment ni précession ni nutation, quelle que fût d'ailleurs l'ellipticité du sphéroïde terrestre.

Ces suppositions de  $\mathcal{A} = \mathcal{A}^{(1)}$  & de l'homogénéité du sphéroïde terrestre, sont précisément celles dont Newton a fait usage dans sa Théorie du flux & du reflux de la mer, & dans celle de la Figure de la Terre; d'où il suit que si ce grand Géomètre eût adopté les résultats de ces théories dans sa Solution du problème de la Précession des équinoxes, il auroit trouvé la précession nulle en résolvant exactement ce Problème.

### XXXIII.

SUIVANT les observations, la précession moyenne des équinoxes est contre l'ordre des signes égale à  $50'' \frac{1}{3}$ , & la

256 MÉMOIRES DE L'ACADÉMIE ROYALE  
 nutation de l'axe de la Terre est de  $18''$ ; en représentant  
 donc par  $T$  une année, & par  $n^1 t$  le moyen mouvement du  
 Soleil, on aura

$$n T = \frac{n}{n^1} \cdot n^1 T = \frac{n}{n^1} \cdot 360^d;$$

partant on aura

$$\frac{\alpha E \cdot \sin. \epsilon}{2 n^2} \cdot (K + K^1) \cdot \frac{n}{n^1} : 360^d = - 50'' \frac{1}{3};$$

or  $\frac{n}{n^1} = 365,3$  à peu-près, &  $\sin. \epsilon = \cos. 23^d 28' 16''$ ;  
 d'où l'on tirera

$$- \alpha \cdot \frac{(K + K^1)}{2 n^2} \cdot E = 0,0000001159;$$

on aura ensuite,

$$- \frac{\alpha K E}{2 n^2} \cdot \frac{n c}{m^1 - m} \cdot \sin. \epsilon = \pi \cdot \frac{9''}{180^d};$$

or on a  $\text{Log. } \pi = 0,4971499$ , & les observations donnent

$$\frac{n}{m} = \frac{27^j 7^h 43^m}{11}; c = \text{tang. } 5^d 9', \text{ \& } \frac{m^1 - m}{m} = 0,0040189;$$

de-là on tirera

$$- \frac{\alpha K E}{2 n^2} = 0,00000007764;$$

partant  $\frac{K + K^1}{K} = 1,4929$ ; donc  $\frac{K^1}{K} = 0,4929 = \frac{1}{2}$   
 à peu-près, en sorte que l'effet de la Lune sur la précession  
 des équinoxes & sur le flux & le reflux de la mer, est  
 double de celui du Soleil.

Si l'on désigne par  $S$  la masse du Soleil, & par  $h^1$  sa  
 moyenne distance à la Terre, on aura par la théorie des  
 forces centrifuges,  $\frac{S}{h^{12}} = n^1^2 h^1$ ; or  $\alpha K^1 = \frac{3}{2} \cdot \frac{S}{h^{13}}$ ; on

aura donc  $\frac{\alpha K^1}{2 n^2} = \frac{3 n^1^2}{4 n^2} = \frac{3}{4 \cdot (365,3)^2}$ ; partant



$$\frac{aK}{2a^2} = \frac{3}{4.0.4929.(365,3)^2}, \text{ ce qui donne } E = -0,00681$$

$$= -\frac{1}{147}, \text{ à peu-près; or on a par l'art. précédent,}$$

$$E = \frac{4 \delta q q' - (4q - \frac{2n^2}{g}) \cdot fR \cdot \partial \cdot (6r^3)}{[2q(1 - \frac{3\delta}{5\delta^{(1)}}) - \frac{n^2}{g}] \cdot fR \cdot \partial r^3}$$

donc

$$\frac{(2q - \frac{n^2}{g}) \cdot fR \cdot \partial (6r^3) - 2\delta q q'}{2q \cdot (1 - \frac{3\delta}{5\delta^{(1)}}) - \frac{n^2}{g}} = 0,003405 \cdot fR \cdot \partial r^3; (35)$$

Il faut présentement combiner cette équation avec celle de l'équilibre du fluide. En supposant, comme nous l'avons fait jusqu'ici, la profondeur de la mer très-petite relativement au rayon du sphéroïde terrestre, on tirera facilement l'équation suivante des formules que donne M. Clairaut dans sa théorie de la Figure de la Terre (Voyez l'art. XXIX de la seconde Partie de cet excellent Ouvrage).

$$(q + q') \cdot (10fR \cdot \partial r^3 - 6\delta) = 6fR \cdot \partial (r^3 \epsilon) - 6\delta q' \left\{ + \frac{5n^2}{g} \cdot fR \cdot \partial r^3 \right\}; (36)$$

Nous observerons ici que  $fR \cdot \partial r^3$ , est égal à  $\delta^{(1)}$ ; soit donc  $q + q' = q''$ ,  $q''$  représentant l'ellipticité de la Terre qui résulte de la mesure des degrés du Méridien; les équations (35) & (36) donneront en éliminant  $fR \cdot \partial (6r^3)$ ,

$$q'' = \frac{n^2}{2g} + 0,002043 \cdot \frac{fR \cdot \partial \cdot r^3}{fR \cdot \partial \cdot r^3};$$

$$\text{or } \frac{n^2}{2g} = \frac{1}{578} = 0,001730;$$

partant

$$q'' = 0,001730 + 0,002043 \cdot \frac{fR \cdot \partial r^3}{fR \cdot \partial r^3}; (37)$$

Il est très-remarquable que rien de ce qui a rapport au  
*Mém. 1776.* KK

fluide n'entre dans cette équation, en sorte que les conséquences auxquelles elle va donner lieu, sont les mêmes dans l'hypothèse où la Terre est entièrement solide, & dans celle où elle est recouverte d'un fluide d'une profondeur variable & d'une densité quelconque.

Supposons que la densité des couches du sphéroïde terrestre aille en diminuant du centre à la surface,  $\int R \cdot \partial r^5$  sera moindre que  $\int R \partial \cdot r^3$ ; car on a généralement

$$\int R \cdot \partial r^5 - \int R \cdot \partial r^3 = \int (1 - r^2) \cdot r^3 \partial R;$$

or  $r$  étant moindre que 1, &  $\partial R$  étant par hypothèse une quantité négative,  $\int (1 - r^2) \cdot \partial R$  est négatif; d'où il suit que l'on a  $\int R \cdot \partial r^5 < \int R \cdot \partial r^3$ . Lorsque  $\int R \cdot \partial r^5 = \int R \cdot \partial r^3$ ,

l'équation (37) donne  $q'' = \frac{1}{265}$ ; partant on a  $q'' < \frac{1}{265}$ ,

lorsque les densités vont en diminuant du centre à la surface; si elles vont en augmentant, on a  $\int R \cdot \partial r^5 > \int R \partial \cdot r^3$ , parce que dans ce cas  $\partial R$  étant une quantité positive,  $\int (1 - r^2) r^3 \cdot \partial R$

est positif; mais  $\frac{\int R \cdot \partial r^5}{\int R \cdot \partial r^3}$  est moindre que  $\frac{5}{3}$ , car on a

$$\frac{\int R \cdot \partial r^5}{\int R \cdot \partial r^3} = \frac{5}{3} \cdot \frac{\int R r^4 \cdot \partial r}{\int R r^3 \cdot \partial r};$$

or  $R r^4$  étant moindre que  $R r^3$  tant que  $r$  est moindre que l'unité, il est clair que  $\frac{\int R r^4 \cdot \partial r}{\int R r^3 \cdot \partial r}$

est moindre que 1; il est facile de s'affurer par un raisonnement analogue, que si l'on suppose les densités croître & diminuer alternativement du centre à la surface, on aura

toujours  $\frac{\int \cdot R \cdot \partial r^5}{\int \cdot R \cdot \partial r^3} < \frac{5}{3}$ . Dans le cas où cette quantité est

égale à  $\frac{5}{3}$ , on trouve  $q'' = \frac{1}{195}$ ; cette fraction doit

donc être regardée comme la plus grande valeur dont  $q''$  soit susceptible, & il est à remarquer que cette valeur seroit encore moindre, si l'on supposoit le rapport de l'effet de la

Lune à celui du Soleil plus grand que 2 & égal à  $\frac{5}{2}$ , comme

M. Daniel Bernoulli l'a conclu de la comparaison des observations sur les marées; si l'on considère d'ailleurs que les hypothèses les plus naturelles que l'on puisse admettre sur la loi des densités des différentes couches du sphéroïde terrestre, sont celle de l'homogénéité, ou celles des densités croissantes de la surface au centre, & qu'elles sont nécessaires si la Terre a été primitivement fluide; on peut en conclure que physiquement parlant, les observations de la précession des équinoxes & de la nutation de l'axe de la Terre, ne permettent pas de supposer  $q''$  plus grand que  $\frac{1}{265}$ ; cette valeur de  $q''$  est bien différente de celle qui résulte de la mesure des degrés de France & du Nord, & qui, comme l'on fait, est égale à  $\frac{1}{178}$ ; il paroît donc impossible de concilier ces mesures avec les observations du phénomène de la précession des équinoxes, dans l'hypothèse où la Terre est un ellipsoïde de révolution recouvert par un fluide d'une profondeur variable ou constante.

#### XXXIV.

Nous avons vu (*art. XXVI*) que dans le cas où l'on suppose une figure elliptique au sphéroïde que la mer recouvre, on a

$$Y = \frac{4Kq \cdot \sin. \varphi \cdot \cos. \varphi \cdot \sin. \theta \cdot \cos. \theta}{2qg \left(1 - \frac{3\delta}{5\delta^{(1)}}\right) - n^2} \cdot \cos. (nt + \varpi - \phi);$$

cette valeur de  $Y$  est d'autant plus exacte que l'astre se meut avec plus de lenteur; nous en avons déduit les loix de la précession des équinoxes & de la nutation de l'axe de la Terre, & comme nos résultats sont indépendans de la rapidité du mouvement de l'astre dans son orbite, & qu'il n'y entre que les seuls mouvemens du nœud & de la rotation de la Terre; il semble que l'on peut en conclure que ces loix subsisteroient encore dans le cas où le mouvement de

la Lune feroit comparable à celui de la rotation de la Terre, pourvu que le mouvement de ses nœuds fût extrêmement lent; on s'en assurera d'ailleurs de la manière suivante.

Pour cela, nous observerons que parmi les termes de la seconde classe qui (*article XXVI*) forment l'expression de  $Y$ , il n'y a que ceux de la forme  $H \cdot \cos. (it + \varpi + A)$ , dans lesquels  $i$  est égal à  $n$ , ou en diffère extrêmement peu, qui puissent influencer sensiblement sur la précession des équinoxes & sur la nutation de l'axe de la Terre, parce que dans les calculs auxquels conduit la détermination de ce phénomène, ces termes deviennent d'autant plus grands que  $i - n$  est plus petit; on peut donc négliger dans l'expression de  $Y$ , les termes de la forme précédente, dans lesquels  $(i - n) \cdot t$  est égal, par exemple, au double du moyen mouvement de la Lune dans son orbite, & ne conserver que ceux dans lesquels  $(i - n) \cdot t$  est égal au moyen mouvement du nœud de l'orbite Lunaire; il suit de-là que dans le développement de  $2 K \cdot \sin. \nu \cdot \cos. \nu \cdot \cos. (nt + \varpi - \phi)$ , il suffit de conserver les termes de la forme  $K' \cdot \cos. (nt + \varpi + A)$ , & de celle-ci  $K' \cdot \cos. (nt \pm mt + \varpi + A)$ ,  $m$  représentant le moyen mouvement du nœud, & l'on aura par l'article *XXVI*, pour  $Y$ , une suite de termes de la forme

$$\frac{2 K' q \cdot \sin. \theta \cdot \cos. \theta \cdot \cos. (nt + \varpi + A)}{2 q g \cdot \left(1 - \frac{3 \Delta^{(1)}}{5 \Delta^{(1)}}\right) - n^2}, \text{ \& de celle-ci,}$$

$$\frac{2 K' q \cdot \sin. \theta \cdot \cos. \theta}{2 q g \cdot \left(1 - \frac{3 \Delta^{(1)}}{5 \Delta^{(1)}}\right) - n^2} \cdot \cos. (nt \pm mt + \varpi + A),$$

& cette valeur de  $Y$  fera d'autant plus exacte que  $m$  sera plus petit par rapport à  $n$ ; or il est clair que l'on trouvera la même suite en développant l'expression

$$\frac{4 K q \cdot \sin. \nu \cdot \cos. \nu \cdot \sin. \theta \cdot \cos. \theta}{2 q g \cdot \left(1 - \frac{3 \Delta^{(1)}}{5 \Delta^{(1)}}\right) - n^2} \cdot \cos. (nt + \varpi - \phi)$$

de  $Y$ , dont nous avons fait usage, pourvu que dans ce développement on ne conserve que les termes de la forme  $H \cdot \cos. (nt + \varpi + A)$ , &  $H \cdot \cos. (nt \pm mt + \varpi + A)$ ; donc, quelle que soit la rapidité du moyen mouvement de la Lune dans son orbite, les résultats relatifs à la précession des équinoxes & à la nutation de l'axe de la Terre, que nous avons tirés précédemment de l'équation

$$Y = \frac{4Kq \cdot \sin. v \cdot \cos. v \cdot \sin. \theta \cdot \cos. \theta}{2qg \cdot \left(1 - \frac{3d^1}{5d^{(1)}}\right) - n^2} \cdot \cos. (nt + \varpi - \varphi)$$

seront toujours vrais, si le moyen mouvement du nœud de l'orbite est très-lent par rapport au mouvement de rotation de la Terre, & comme il n'en est que  $\frac{1}{6570}$ , on peut regarder ces résultats comme très-approchés, quand bien même la rapidité du mouvement de la Lune dans son orbite produiroit une erreur sensible sur la valeur précédente de  $Y$ .

### ADDITION à l'Article I.<sup>er</sup>

LORSQU'ON cherche *à priori* la figure d'un sphéroïde homogène de révolution infiniment peu différent de la sphère, dans le cas de l'équilibre; on est conduit à une équation différentielle d'un degré infini qui indique conséquemment que le problème est susceptible d'une infinité de solutions, (*Voyez Mém. Acad. ann. 1772, II. Partie, page 536 & suiv.*); & quoique je sois parvenu à exclure un grand nombre de figures, il me paroît cependant extrêmement vraisemblable qu'il y en a une infinité d'autres que la sphère, qui satisfont à l'équilibre. Si l'on en connoissoit une seule, on pourroit en conclure une infinité qui ne seroient pas même de révolution, & cela par la considération suivante qui, plus approfondie, pourra servir peut-être à déterminer ces figures. Que l'on prenne à volonté sur le sphéroïde un point que l'on regardera comme *pôle*, & auquel on fixera l'origine de l'angle  $\theta$ ,  $\theta$  étant ainsi le complément de la latitude des

différens points du sphéroïde dont nous désignerons par  $\varpi$  la longitude ; supposons ensuite que  $1 + \alpha y$  soit le rayon d'un sphéroïde homogène en équilibre,  $\alpha$  étant infiniment petit, &  $y$  étant fonction de  $\theta$  & de  $\varpi$  ; en nommant  $\alpha B$  l'attraction tangentielle des sphéroïdes homogènes infiniment peu différens de la sphère,  $B$  étant fonction quelconque de  $\theta$  & de  $\varpi$ , on aura dans le cas de l'équilibre,  $\alpha B = 0$ . Cette équation ayant lieu, quels que soient  $\theta$  &  $\varpi$ , il est clair qu'elle subsisteroit encore, en changeant  $\theta$  en  $\theta + a$ , &  $\varpi$  en  $\varpi + b$ ,  $a, b$  étant des constantes quelconques ; soit  $y'$  ce que devient  $y$ , en vertu de ces changemens, le rayon  $1 + \alpha y'$  satisfera donc à l'équilibre, & par conséquent aussi le rayon  $1 + \alpha y + \alpha n y'$ ,  $n$  étant une constante quelconque ; or  $a$  &  $b$  étant arbitraires, il est clair que l'on aura ainsi une infinité de figures qui satisferont à l'équilibre. Mais un rapport singulier qui existe entre l'attraction des sphéroïdes homogènes, suivant la tangente, & leur attraction verticale ou perpendiculaire à la tangente, détermine la loi de la pesanteur à la surface de ceux qui sont en équilibre, & la rend unique, malgré la multiplicité infinie de figures dont ils paroissent susceptibles. Ce rapport consiste en ce que l'attraction d'un sphéroïde homogène quelconque infiniment peu différent d'une sphère, parallèlement à la tangente, & multipliée par le petit côté du sphéroïde, est le double de la différence des attractions verticales du sphéroïde, aux deux extrémités de ce côté. J'ai démontré ce théorème dans l'*art. 1*, mais il peut l'être plus simplement par la méthode suivante, qui de plus a l'avantage de s'étendre au cas où l'attraction est comme une puissance quelconque  $n$  de la distance.

Fig. 4. Imaginons un point  $R$  placé sur une sphère  $M R B$  dont le rayon est  $1$ , &  $C$  le centre ; nommons  $R$ , la masse de ce point ;  $f$ , la distance au point  $M$  ;  $f'$ , la distance au point quelconque  $m$  pris sur la surface de la sphère, infiniment près de  $M$  ; en abaissant du point  $R$ , la perpendiculaire  $R H$  sur  $M C$ , & du point  $m$ , la perpendiculaire  $m h$  sur  $R M$ , & décomposant l'attraction  $R . f^n$  du point  $R$  sur le

point  $M$ , en trois autres ; dont la première que nous nommerons  $v$ , soit dirigée suivant le rayon  $MC$  ; dont la seconde que nous nommerons  $b$ , soit dirigée suivant le côté  $Mm$  ; & dont la troisième soit perpendiculaire au plan  $MCm$  ; on aura  $b = R \cdot f^n \cdot \frac{Mh}{Mm}$ , partant  $b \cdot Mm = R \cdot f^n \cdot Mh$  ; on aura ensuite  $v = R \cdot f^n \cdot \frac{MH}{RM}$  ; or  $RM$  étant par la propriété connue du cercle , moyenne proportionnelle entre  $MH$  & le diamètre entier  $MB$ , on a  $\frac{MH}{RM} = \frac{f}{2}$  ; donc  $v = \frac{R}{2} \cdot f^{n+1}$  ; soit  $v'$ , l'attraction du point  $R$  sur le point  $m$ , suivant le rayon  $mC$ , on aura  $v' = \frac{R}{2} \cdot f'^{n+1}$  ; donc

$$v' - v = \frac{R}{2} \cdot (f'^{n+1} - f^{n+1}) = - \frac{(n+1)}{2} \cdot R \cdot f^n \cdot Mh$$

ce qui donne

$$v' - v = - \left( \frac{n+1}{2} \right) \cdot b \cdot Mm.$$

Il suit de-là , que si l'on suppose une infinité de points distribués d'une manière quelconque sur la surface de la sphère , & que l'on nomme  $V$  &  $V'$  la somme de leurs attractions sur les points  $M$  &  $m$ , dirigées vers le centre  $C$ , &  $B$  la somme de leurs attractions sur le point  $M$  parallèlement à  $Mm$ , on aura

$$V' - V = - \left( \frac{n+1}{2} \right) \cdot B \cdot Mm.$$

Considérons maintenant un sphéroïde quelconque  $AMB$  dont le rayon mené du centre  $C$  d'inertie , à la surface , soit  $1 + \alpha y$ ,  $\alpha$  étant infiniment petit , &  $y$  étant une fonction quelconque continue ou discontinue de  $\theta$  & de  $\varpi$  ; si l'on imagine une sphère dont le rayon soit  $1$ , & qui soit tangente intérieurement à la surface du sphéroïde au point  $M$ , il est clair que le centre de cette sphère sera infiniment peu

Fig. 5. distant du point  $C$ , & que le rayon mené de son centre à la surface du sphéroïde, ne différera de l'unité que d'une quantité de l'ordre  $\alpha$ ; cela posé, l'attraction du sphéroïde est égale à l'attraction de la sphère, plus à l'attraction de l'excès du sphéroïde sur la sphère; or, on peut concevoir cet excès comme composé d'une infinité de petites masses placées aux extrémités des rayons de la sphère, ces masses devant être supposées négatives, par-tout où le rayon de la sphère excède celui du sphéroïde; d'où il suit que si l'on nomme  $S$  l'attraction de la sphère sur le point  $M$ ,  $\alpha V$  &  $\alpha V'$ , les attractions verticales de l'excès du sphéroïde sur la sphère sur les points  $M$  &  $m$ , &  $\alpha B$  son attraction horizontale, on aura par ce qui précède,

$$V' - V = - \left( \frac{n+1}{2} \right) . B . Mm.$$

Si l'on nomme  $A$  l'attraction verticale du sphéroïde sur le point  $M$ , &  $A'$  son attraction verticale sur le point  $m$ , on aura  $A = S + \alpha V$ , &  $A' = S + \alpha V'$ ; donc

$$A' - A = - \left( \frac{n+1}{2} \right) . \alpha B . Mm.$$

L'attraction du sphéroïde sur le point  $M$ , décomposée suivant le rayon  $MC$ , ou suivant toute autre direction qui ne fait avec  $MC$  qu'un angle de l'ordre  $\alpha$ , ne diffère de  $A$ , que d'une quantité de l'ordre  $\alpha^2$ , ce qui suit évidemment de ce que l'attraction entière du sphéroïde sur le point  $M$ , est dirigée suivant une droite  $MK$  qui ne fait avec  $MC$  qu'un angle de l'ordre  $\alpha$ ;  $A$  peut donc également représenter, & la pesanteur à la surface du sphéroïde, & cette pesanteur décomposée suivant le rayon  $MC$ .

De-là résulte cette conséquence singulière, savoir, que si l'attraction suivoit la raison réciproque de la simple distance, la pesanteur seroit constante à la surface de tout sphéroïde homogène infiniment peu différent d'une sphère, puisque l'on auroit alors  $-\left( \frac{n+1}{2} \right) . B . Mm = 0$ , partant  $A = A'$ .

Considérons



Fig. 5a  
 Confidérons  $AB$  comme l'axe commun à tous les méridiens du sphéroïde, & nommons  $\theta$  l'angle  $MCA$ ; en supposant le point  $m$  placé sur le méridien  $AMB$ , nous aurons aux quantités près de l'ordre  $\alpha$ ,  $Mm = \partial\theta$ ; partant en négligeant les quantités de l'ordre  $\alpha^2$ , nous aurons

$$A' - A = - \left( \frac{n+1}{2} \right) \alpha B \cdot \partial\theta,$$

ou 
$$\left( \frac{\partial A}{\partial \theta} \right) = - \left( \frac{n+1}{2} \right) \alpha B.$$

Nommons ensuite  $\varpi$ , l'angle que forme le méridien  $AMB$ , avec un premier méridien: si l'on prend sur la surface du sphéroïde un point  $m'$  infiniment voisin de  $M$ , & tel que l'angle  $m'CA = MCA$ , nous aurons aux quantités près de l'ordre  $\alpha$ ,  $Mm' = \partial\varpi \cdot \sin.\theta$ ; soit de plus  $\alpha C$ , l'attraction du sphéroïde sur le point  $M$ , décomposée suivant la tangente  $Mm'$ , nous aurons

$$\partial A = - \left( \frac{n+1}{2} \right) \alpha C \cdot \partial\varpi \cdot \sin.\theta,$$

$\theta$  étant regardé comme constant dans la différentielle  $\partial A$ ;

partant 
$$\left( \frac{\partial A}{\partial \varpi} \right) = - \left( \frac{n+1}{2} \right) \alpha C \cdot \sin.\theta.$$

Si l'on suppose  $n = -2$ , ce qui est le cas de la Nature, on aura les deux équations

$$\left( \frac{\partial A}{\partial \theta} \right) = \frac{1}{2} \alpha B; \quad \left( \frac{\partial A}{\partial \varpi} \right) = \frac{1}{2} \alpha C \cdot \sin.\theta;$$

or on s'assurera facilement que ces équations répondent aux équations (a) & (a') de l'article I.<sup>er</sup>

Si l'on suppose que le sphéroïde tourne autour de l'axe  $AB$ , de manière qu'à l'équateur la force centrifuge soit  $\alpha f$ ; il est aisé de voir que cette force au point  $M$  sera  $\alpha f \cdot \sin.\theta$ , que décomposée suivant  $Mm$ , elle sera  $\alpha f \cdot \sin.\theta \cdot \cos.\theta$ , & que décomposée suivant  $MC$ , elle sera  $-\alpha f \cdot \sin.\theta^2$ ; si l'on suppose de plus, que le point  $M$  du sphéroïde soit animé suivant les droites  $Mm$ ,  $Mm'$  &  $MC$ , des forces quelconques  $\alpha M$ ,  $\alpha N$  &  $\alpha R$ , on aura  $\alpha B + \alpha M + \alpha f \cdot \sin.\theta \cdot \cos.\theta$ ,

Fig. 5. pour la force tangentielle suivant  $Mm$ ;  $\alpha C + \alpha N$ , pour la force tangentielle suivant  $Mm'$ , &  $A + \alpha R - \alpha f \cdot \sin. \theta^2$ , pour la force suivant  $MC$ , & qui ne diffère de la pesanteur au point  $M$ , ou ce qui revient au même, de la résultante des trois forces suivant  $MC$ ,  $Mm$  &  $Mm'$ , que des quantités de l'ordre  $\alpha^2$ ; soit donc  $P$  la pesanteur, on aura

$$P = A + \alpha R - \alpha f \cdot \sin. \theta^2;$$

dans le cas de l'équilibre, les forces tangentielles sont nulles, ce qui donne les deux équations

$$\alpha B = - \alpha M - \alpha f \cdot \sin. \theta \cdot \cos. \theta,$$

$$\alpha C = - \alpha N.$$

Si l'on différentie l'équation  $P = A + \alpha R - \alpha f \cdot \sin. \theta^2$  en faisant varier  $\theta$  &  $\varpi$ , on aura

$$\partial P = \left( \frac{\partial A}{\partial \theta} \right) \partial \theta + \left( \frac{\partial A}{\partial \varpi} \right) \partial \varpi + \alpha \partial R - 2 \alpha f \partial \theta \sin. \theta \cdot \cos. \theta;$$

en substituant dans cette équation, au lieu de  $\left( \frac{\partial A}{\partial \theta} \right)$ , &  $\left( \frac{\partial A}{\partial \varpi} \right)$  leurs valeurs,  $-(\frac{n+1}{2}) \alpha B$ , &  $-(\frac{n+1}{2}) \cdot \alpha C \cdot \sin. \theta$ , on aura

$$\partial P = - \left( \frac{n+1}{2} \right) \cdot \alpha [B \partial \theta + C \partial \varpi \cdot \sin. \theta]$$

$$+ \alpha \cdot \partial R - 2 \alpha f \cdot \partial \theta \cdot \sin. \theta \cdot \cos. \theta;$$

si l'on substitue encore au lieu de  $B$  & de  $C$ , leurs valeurs  $-M - f \cdot \sin. \theta \cdot \cos. \theta$ , &  $-N$ , on aura

$$\partial P = \left( \frac{n+1}{2} \right) \cdot \alpha \cdot [M \partial \theta + N \partial \varpi \cdot \sin. \theta]$$

$$+ \alpha \partial R + \frac{n-3}{2} \cdot \alpha f \cdot \partial \theta \cdot \sin. \theta \cdot \cos. \theta.$$

Pour que cette équation, & par conséquent pour que l'équilibre soit possible,  $M \partial \theta + N \partial \varpi \cdot \sin. \theta$  doit être une différence exacte, & c'est ce qui a toujours lieu, lorsque les forces  $\alpha M$  &  $\alpha N$  sont le résultat des attractions; soit

Fig. 1.

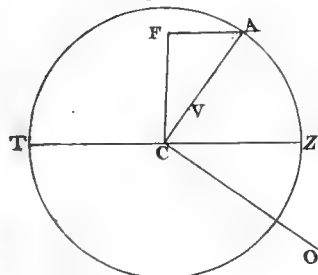


Fig. 2.

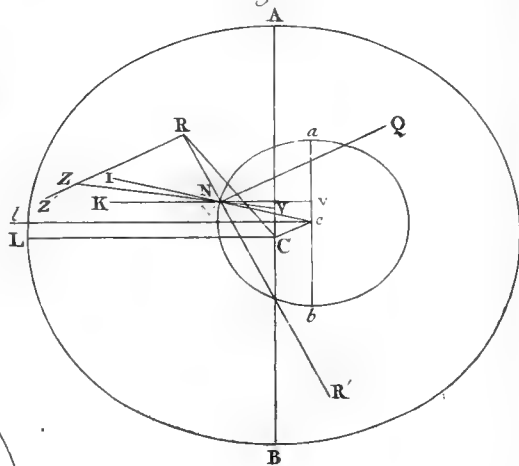


Fig. 3.

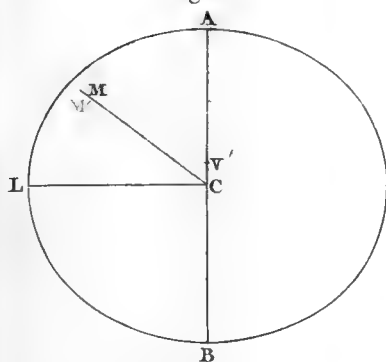


Fig. 4.

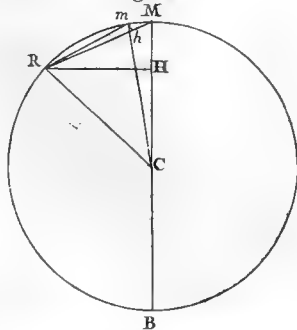
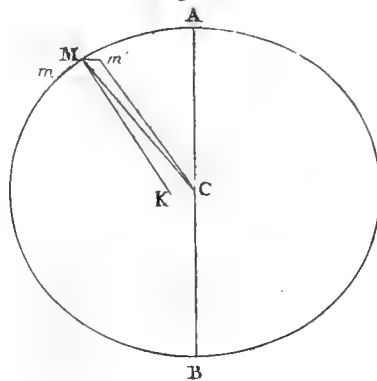


Fig. 5.





donc  $\partial Z$  cette différence, & l'on aura en intégrant l'équation précédente,

$$P = P' + \left(\frac{n+1}{2}\right) . aZ + aR + \frac{n-3}{4} . af . \sin. \theta^2,$$

$P'$  étant une constante arbitraire.

Si le sphéroïde n'est animé d'aucune force étrangère, on a  $Z = 0$ , &  $R = 0$ ; partant,

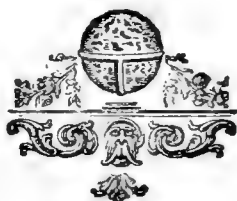
$$P = P' + \frac{n-3}{4} . af . \sin. \theta^2,$$

$P'$  exprimant alors la pesanteur au pôle; dans le cas de la

Nature où  $n = -2$ , on a  $P = P' - \frac{5}{4} af . \sin. \theta^2$ ,

ce qui est conforme à ce que l'on fait d'ailleurs; mais il est très-remarquable que dans le cas où  $n = 3$ , on ait  $P = P'$ ; d'où il suit que si l'attraction étoit en raison composée de la masse & du cube de la distance, la pesanteur à la surface des sphéroïdes homogènes en équilibre feroit constante aux quantités près de l'ordre  $a^2$ , quel que fût le mouvement de rotation des sphéroïdes.

*Je réserve pour un autre Mémoire les Recherches sur les oscillations de l'atmosphère.*



OBSERVATIONS DE LA LUNE,  
FAITES

AVANT L'ÉCLIPSE TOTALE DE LUNE

DU 30 JUILLET 1776.

*Et comparaisons des Lieux observés aux Lieux calculés  
avec les Tables de M.<sup>rs</sup> Clairaut & Mayer.*

Par M. JEAURAT.

14 Août  
1776.

LE mois de Juillet 1776 a été si favorable aux Observations astronomiques, qu'excepté le 29 & le 30 où la Lune n'a pu être observée dans son passage au Méridien, je n'ai été aucunement empêché pendant ce mois de faire les observations que je me suis proposé de faire.

Le 30, la Lune étoit plongée dans l'ombre lors de son passage par le Méridien, & comme j'avois d'avance calculé avec les Tables de M. Mayer le passage au Méridien, ainsi que la hauteur apparente de la Lune, il est évident que si un nuage léger ne m'avoit empêché de faire cette observation, que j'aurois pu dans l'instant même de l'observation déterminer de la manière la plus directe l'erreur des Tables, tant en longitude qu'en latitude; c'est donc pour suppléer au manque de cette observation, que je donne ici les lieux de la Lune observés & calculés les 25, 26, 27 & 28 Juillet 1776: or de la comparaison que je fais de mes observations avec mes calculs, il résulte ce qui suit.

DATES DES OBSERV. ANNÉE 1776.	ANOMALIE moyenne de la LUNE.	ERREURS DES TABLES EN LONGITUDE.		ERREURS DES TABLES EN LATITUDE.	
		M. CLAIRAUT.	M. MAYER.	M. CLAIRAUT.	M. MAYER.
25 Juillet à 7 <sup>h</sup> 18' 42"	25 10 <sup>d</sup> 55' 51"	— 1' 7"	— 0' 39"	+ 0' 11"	+ 0' 3"
26 Juillet à 8. 8. 52	2. 24. 27. 1	— 0. 43	— 0. 14	+ 0. 12	+ 0. 4
27 Juillet à 9. 2. 38	3. 8. 0. 11	— 1. 15	— 0. 46	— 0. 7	— 0. 1
28 Juillet à 9. 59. 43	3. 21. 35. 8	— 1. 16	— 0. 45	+ 0. 40	+ 0. 32

'Au reste, je donne comme il suit, les observations même; elles sont les plus récentes que j'aie faites au mural de M. Cassini à l'Observatoire royal, elles ont été faites par un très beau temps: d'ailleurs ces observations sont faites dans des circonstances favorables, puisque pendant quatre jours de suite la Lune a été comparée au Méridien avec la même étoile  $\mu \rightarrow$  du Serpent; & que le 28, cette étoile  $\mu \rightarrow$  du Serpent n'étoit éloignée du parallèle de la Lune que de  $15' 25''$ . Voici donc les observations même, ainsi que leurs calculs.

*OBSERVATIONS faites au grand Mural de l'Observatoire Royal de Paris.*

*Du 25 Juillet 1776.*

Midi vrai à la Pendule...  $0^h 20' 51''$ . Hauteur de l'Instrument.

1.<sup>er</sup> bord de la Lune... 7. 39. 33.... bord supér.  $26^d 12' 20''$ .

$\mu$  du Serpent..... 9. 58. 54..... 20. 16. 25.

Retour des Étoiles fixes

au Méridien..... 23. 56. 9.

Temps vrai de l'observat.

de la Lune. .... 7. 18. 42.

A.  $21^d 5' 41''$ . Déclinaison apparente de  $\mu$  du Serpent.

— 5. 55. 55. Différence des déclinaisons.

A. 15. 9. 46. Déclinaison apparente du bord supérieur.

— 0. 50. 30. Parallaxe de hauteur, la parallaxe horizontale étant de  $56' 57''$ .

A. 14. 19. 16. Déclinaison vraie du bord supérieur.

+ 0. 15. 22. Demi-diamètre apparent de la Lune.

A. 14. 34. 38. Déclinaison vraie du centre de la Lune.

270. 5. 57. Ascension droite apparente de  $\mu$  du Serpent.

— 34. 55. 53. Différence des ascensions droites.

235. 10. 4. Ascension droite du premier bord de la Lune.

+ 0. 15. 52. Demi-diamètre en ascension droite.

235. 25. 56. Ascension droite vraie du centre.

# 270 MÉMOIRES DE L'ACADÉMIE ROYALE

Longitude observée.....	7 26 <sup>d</sup> 33' 3".
Longitude calculée.....	7. 26. 31. 56.
Erreur des Tables de M. Clairaut.....	— 1. 7.
Latitude boréale observée.....	4. 57. 28.
Latitude boréale calculée.....	4. 57. 49.
Erreur des Tables de M. Clairaut.....	+ 0. 11.

## O B S E R V A T I O N S

*Du 26 Juillet 1776.*

Midi vrai à la Pendule.....	0 <sup>h</sup> 20' 54".	<i>Hauteur de l'Instrument.</i>
Premier bord de la Lune.....	8. 29. 46.	bord supér. 23 <sup>d</sup> 9' 10".
$\mu$ du Serpent.....	9. 55. 3.....	20. 16. 25.
Retour des Étoiles fixes au Mér.	23. 56. 8.	
Temps vrai de l'observ. de la ☾.	8. 8. 52.	

- A. 21<sup>d</sup> 5' 41" Déclinaison apparente de  $\mu$  du Serpent.
- 2. 52. 45. Différence des déclinaisons.
- A. 18. 12. 56. Déclinaison apparente du bord supérieur.
- 0. 52. 31. Parallaxe de hauteur, la parallaxe horizontale étant de 57' 8".
- A. 17. 20. 25. Déclinaison vraie du bord supérieur.
- + 0. 15. 36. Demi-diamètre apparent de la Lune.
- A. 17. 36. 1. Déclinaison vraie du centre de la Lune.

- 270. 5. 57. Ascension droite apparente de  $\mu$  du Serpent.
- 21. 22. 41. Différence des ascensions droites.
- 248. 43. 16. Ascension droite du premier bord de la Lune.
- + 0. 16. 22. Demi-diamètre en ascension droite.
- 248. 59. 38. Ascension droite vraie du centre.

Longitude observée.....	8 <sup>d</sup> 9 <sup>d</sup> 57' 37"
Longitude calculée.....	8. 9. 56. 54.
Erreur des Tables de M. Clairaut.....	— 0. 43.
Latitude boréale observée.....	4. 24. 43.
Latitude boréale calculée.....	4. 24. 55.
Erreur des Tables de M. Clairaut.....	+ 0. 12.



## OBSERVATIONS

Du 27 Juillet 1776.

Midi vrai à la Pendule.....  $0^h 20' 56''$ . *Hauteur de l'Instrument.*  
 Premier bord de la Lune.....  $9. 23. 34$ . bord supér.  $20^d 59' 50''$ .  
 $\mu$  du Serpent.....  $9. 51. 11$ .....  $20. 16. 25$ .  
 Retour des Étoiles fixes au Mér.  $23. 56. 8$ .  
 Temps vrai de l'observ. de la ☾.  $9. 23. 8$ .

A.  $21^d 5' 41''$ . Déclinaison apparente de  $\mu$  du Serpent.

—  $0. 43. 25$ . Différence des déclinaisons.

A.  $20. 22. 16$ . Déclinaison apparente du bord supérieur.

—  $0. 54. 10$ . Parallaxe de hauteur, la parallaxe horizontale  
 étant de  $58' 1''$ .

A.  $19. 28. 6$ . Déclinaison vraie du bord supérieur.

+  $0. 15. 50$ . Demi-diamètre apparent de la Lune.

A.  $19. 43. 56$ . Déclinaison vraie du centre de la Lune.

$270. 5. 57$ . Ascension droite apparente de  $\mu$  du Serpent.

—  $6. 55. 22$ . Différence des ascensions droites.

$263. 10. 35$ . Ascension droite du premier bord de la Lune.

+  $0. 16. 50$ . Demi-diamètre en ascension droite.

$263. 27. 25$ . Ascension droite vraie du centre de la Lune.

Longitude observée.....  $8^r 23^d 49' 47''$ .

Longitude calculée.....  $8. 23. 48. 32$ .

Erreur des Tables de M. Clairaut..... —  $1. 15$ .

Latitude boréale observée.....  $3. 35. 20$ .

Latitude boréale calculée.....  $3. 35. 13$ .

Erreur des Tables de M. Clairaut..... —  $0. 7$ .

## OBSERVATIONS

Du 28 Juillet 1776.

Midi vrai à la Pendule.....  $0^h 20' 57''$ . *Hauteur de l'Instrument.*  
 Premier bord de la Lune.....  $10. 20. 40$ . bord supér.  $20^d 1' 0''$ .  
 $\mu$  du Serpent.....  $94. 7. 19$ .....  $20. 16. 25$ .  
 Retour des Étoiles fixes au Mér.  $23. 56. 7$ .  
 Temps vrai de l'observ. de la ☾.  $95. 9. 43$ .

- A. 21<sup>d</sup> 5' 41". Déclinaison apparente de  $\mu$  du Serpent.  
 + 0. 15. 25. Différence des déclinaisons.  
 A. 21. 21. 6. Déclinaison apparente du bord supérieur.  
 — 0. 55. 21. Parallaxe de hauteur, la parallaxe horizontale  
 étant de 58' 54".

- A. 20. 25. 45. Déclinaison vraie du bord supérieur.  
 + 0. 16. 5. Demi-diamètre apparent de la Lune.  
 A. 20. 41. 50. Déclinaison vraie du centre de la Lune.

270. 5. 57. Ascension droite apparente de  $\mu$  du Serpent.  
 + 8. 21. 36. Différence des ascensions droites.  
 278. 27. 33. Ascension droite du premier bord de la Lune.  
 + 0. 17. 12. Demi-diamètre en ascension droite.  
 278. 44. 45. Ascension droite vraie du centre de la Lune.

Longitude observée..... 9<sup>r</sup> 8<sup>d</sup> 11' 8".

Longitude calculée..... 9. 8. 9 52.

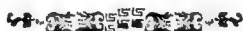
Erreur des Tables de M. Clairaut..... — 1. 16.

Latitude boréale observée..... 2. 31. 58.

Latitude boréale calculée..... 2. 32. 38.

Erreur des Tables de M. Clairaut..... + 1. 40.

Des observations & calculs que je viens de donner, il suit naturellement que l'erreur moyenne en longitude est de 1' 5" pour les Tables de M. Clairaut, & de 0' 36" pour les Tables de M. Mayer. D'ailleurs, il paroît qu'il conviendrait, pour les Tables de M. Clairaut, d'avancer l'apogée d'environ 25 minutes, ou, ce qui revient au même, qu'il faudroit retrancher 25 minutes de l'anomalie moyenne ou argument *A*; mais comme cette conjecture n'a de fondement que les quatre observations que je viens de donner, & que les observations sont toutes dans la circonstance d'une équation soustractive du centre, je n'ose espérer en faveur des Tables de feu M. Clairaut, que cette correction que j'indique puisse être constante. Cette question méritoit peut-être d'être examinée.



## NOUVELLES MÉTHODES ANALYTIQUES

POUR

CALCULER LES ÉCLIPSES DE SOLEIL,  
LES OCCULTATIONS DES ÉTOILES FIXES

ET DES PLANÈTES PAR LA LUNE :

*Et en général pour réduire les Observations de cet Astre,  
faites à la surface de la Terre, au lieu vu du centre.*

Suite du DOUZIÈME MÉMOIRE.

Par M. DIONIS DU SÉJOUR.

## ARTICLE VII\*.

*Exposition d'une méthode particulière pour déterminer l'inflexion  
des rayons qui rasent le limbe de la Lune.*

(156.) LES méthodes que nous avons données précédemment pour déterminer l'inflexion des rayons de lumière qui rasent le bord de la Lune, supposent la connoissance d'un grand nombre d'éléments, dont l'incertitude peut influer sur la quantité de cette inflexion. On a pu remarquer que par la comparaison d'un grand nombre d'observations que j'ai discutées, il ne peut rester d'incertitude que sur le diamètre de la Lune, qu'il faut nécessairement diminuer si l'on veut se refuser à reconnoître une inflexion dans les rayons solaires qui passent près de la Lune. J'ai fait voir comment on peut lever cette incertitude, au moyen des observations des distances des cornes; & que celles que M. Short a mesurées, lors de l'Éclipse du 1.<sup>er</sup> Avril 1764, sont très-favorables au système de l'inflexion. Voici pour déterminer cette inflexion, un nouveau moyen simple & qui ne dépend de la connoissance d'aucun élément.

Lû en 1775,  
& remis  
le 28 Octobre  
1778.

\* Comme cette partie du Mémoire est une suite de celle insérée dans le volume de 1775, on a suivi l'ordre des articles & des paragraphes.

Lorsque de deux Étoiles voisines, l'une doit être éclipsée par la Lune, on assujettira les deux Étoiles entre deux fils d'un micromètre filaire, ou on les superposera au moyen du micromètre objectif, en ayant soin de placer la lunette sur une machine parallaxique; on observera si à l'instant de l'occultation de l'Étoile, la distance à l'autre Étoile comprise entre les fils, est altérée; ou si cette Étoile cesse d'être superposée. Cette altération donnera la quantité de l'inflexion des rayons qui rasent le disque de la Lune. Je vais donner les formules qui serviront à calculer l'inflexion, d'après ce genre d'observations.

(157.) On pourroit craindre que durant l'observation du phénomène, la différence des réfractions des deux Étoiles ne fasse varier leur distance respective; mais il est aisé de s'assurer que cette variation doit être insensible dans un espace de temps aussi peu considérable.

*Des principes sur lesquels les calculs sont fondés.*

(158.) Pour entendre les principes sur lesquels sont fondés les calculs de la méthode que je propose, on se rappellera *Année 1772.* que dans l'article VI de mon X.<sup>e</sup> Mémoire, j'ai donné les changemens qu'il faut faire aux formules générales de cet Ouvrage, pour les appliquer aux appulses & aux occultations des Étoiles par la Lune. On pourra donc calculer, relativement à une des Étoiles, celle, par exemple, qui s'engage dans l'atmosphère Lunaire, la distance des centres de l'Étoile & de la Lune, & l'angle que fait avec l'orbite relative de la Lune, la droite qui joint les centres de la Lune & de l'Étoile, à l'instant de l'observation; & comme l'angle de l'orbite relative de la Lune, avec le fil parallèle ou équatorial, est pareillement connu, d'après nos méthodes, on conclura l'angle que fait avec le fil parallèle, la droite qui joint les centres de l'Étoile & de la Lune. Je supposerai donc ces élémens connus.

Au reste, j'entends par fil parallèle ou fil équatorial, ce que tous les Astronomes entendent par cette définition;

c'est-à-dire le fil mené par le centre de l'Étoile dans le sens du mouvement horaire, & que l'Étoile suit lorsque la lunette est montée sur une machine parallaxique.

(159.) Les différences connues d'ascension droite & de déclinaison des deux Étoiles, feront pareillement conclure la distance apparente de ces deux Étoiles, ainsi que l'angle que fait avec le fil parallèle, la droite qui joint les centres de ces Étoiles, comme je le ferai voir dans le §. 166.

*Solution du Problème, lorsque l'on a superposé  
les deux Étoiles.*

(160.) Pour entendre la solution du Problème, dans le cas où ayant superposé les deux Étoiles, au moyen du micromètre objectif, elles viennent à se séparer.

Soit  $E$  l'Étoile qui s'engage dans l'atmosphère de la Lune, Fig. 9.  $L$  le centre de la Lune,  $\epsilon$  l'Étoile à laquelle on compare l'Étoile  $E$ ,  $Pp$  le fil parallèle. Dans le triangle rectiligne  $\epsilon EL$ , on connoît le côté  $EL$ , distance apparente du centre de la Lune au centre de l'Étoile  $E$ . On connoît le côté  $E\epsilon$  distance des deux Étoiles; on connoît enfin l'angle  $\epsilon EL$ , formé par les deux rayons menés l'un de l'Étoile  $E$  au centre  $L$  de la Lune, & l'autre de l'étoile  $E$  à l'étoile  $\epsilon$ ; puisqu'en effet, cet angle est la somme ou la différence des angles formés par les rayons dont nous venons de parler, avec le fil parallèle  $Pp$ . Dans le triangle rectiligne  $\epsilon EL$ , on connoît donc les côtés  $EL$ ,  $E\epsilon$ , & l'angle  $\epsilon EL$ . Soit

$\lambda$  la distance  $EL$ ,

$\lambda'$  la distance  $E\epsilon$ ,

$\phi$  l'angle  $\epsilon EL$ ,

$r$  le sinus total.

Supposons d'ailleurs que par l'effet de l'inflexion, l'Étoile  $E$  ait passé en  $E'$ , dans la direction  $LE$  de la droite qui joint les centres de la Lune & de l'Étoile. D'après cette construction, la distance  $LE$ , non plus que l'angle  $\epsilon LE$ , ne seront

M m ij

Fig. 9. point altérés; mais au lieu du triangle  $\epsilon EL$ , on aura le triangle  $\epsilon E' L$ , dans lequel le côté  $\epsilon L$  sera égal au côté  $\epsilon L$  du triangle primitif, & le point  $E'$  sera dans le prolongement de la droite  $LE$ . Soit maintenant

$\lambda + d\lambda$  le nouveau côté  $LE'$ ,

$\lambda' + d\lambda'$  le nouveau côté  $\epsilon E'$ ,

& du point  $\epsilon$  comme centre, & du rayon  $\epsilon E'$ , abaïssons sur  $\epsilon E$  le petit arc  $E' a$ . Il est évident que dans le petit triangle  $E' E a$  que l'on peut regarder comme rectiligne, on aura

$$Ea : EE' :: \cos. \epsilon EE' : r;$$

mais  $Ea$  est le décroissement de la distance  $\epsilon E$  des deux Étoiles,  $EE'$  est l'inflexion, & l'angle  $\epsilon EE'$  est le supplément de l'angle  $\varphi$ ; donc

$$(1) \text{ Inflexion} = - \frac{r d\lambda'}{\cos. \varphi}.$$

(161.) On doit conclure de la forme de l'équation (1) du *paragraphe précédent*, que les observations les plus favorables à la détermination de l'inflexion, sont celles où les lignes qui joignent les centres des Étoiles  $E$ ,  $\epsilon$ , & de la Lune  $L$ , font le plus petit angle possible entr'elles; en effet, on approche alors d'avoir  $\cos. \varphi = r$ , & par conséquent l'erreur sur la quantité  $d\lambda'$  influe le moins possible sur le résultat: lors donc que l'on voudra faire ces observations, il faudra choisir de préférence l'Étoile qui approchera le plus d'être dans la direction de la droite qui joint les centres de la Lune & de l'Étoile occultée.

*Solution du Problème, lorsque l'on a assujetti les deux Étoiles entre les fils du micromètre filaire.*

(162.) La solution du Problème, dans le cas où l'on a assujetti les deux Étoiles entre les fils du micromètre filaire, ne présente pas plus de difficultés. Pour ne pas multiplier les solutions qui, au fond, rentreroient les unes dans les autres, je supposerai que les fils du micromètre, entre lesquels

les Étoiles ont été affujetties, sont perpendiculaires au fil parallèle. On sentira facilement que la solution que je vais donner, s'appliqueroit également aux cas où ces fils seroient un autre angle, & qu'il ne s'agiroit que de substituer un angle connu à un autre angle pareillement connu.

(163.) Puisque  $Pp$  représente le fil parallèle auquel les Fig. 9. fils du micromètre sont perpendiculaires, que d'ailleurs par l'effet de l'inflexion, l'Étoile  $E$  a passé de  $E$  &  $E'$  dans la direction  $LE$  du rayon qui joint l'Étoile  $E$  & la Lune; que de plus l'inflexion n'a point altéré la position de l'Étoile  $\epsilon$ ; il est évident que si  $EB$  représente la distance des fils du micromètre lors du premier instant,  $B_2B$  représentera la distance des mêmes fils au second instant; de sorte que  $EB_2$  exprimera l'altération de la distance dans le sens  $Pp$ . Soit donc

$D$  la distance  $EB$  observée dans le sens du fil parallèle, avant que l'Étoile s'engage dans l'atmosphère de la Lune,

$dD$  l'accroissement de cette distance,

$\phi'$  l'angle que fait avec le fil parallèle, la droite qui joint les centres de l'Étoile  $E$  & de la Lune.

A cause du triangle  $EE'B_2$ , on aura évidemment

$$(1) \text{ Inflexion} = - \frac{r dD}{\cos. \phi'}.$$

(164.) Dans la solution des Problèmes dont il s'agit, nous avons prescrit d'emprunter du calcul, la connoissance des angles  $\phi$ ,  $\phi'$ ; c'est-à-dire, dans le premier cas, l'angle que forment entr'eux les rayons menés de l'Étoile  $E$  à l'Étoile  $\epsilon$  & au centre de la Lune; & dans le second cas, l'angle que forme avec le fil parallèle, le rayon mené de l'Étoile  $E$  au centre de la Lune. Quoique ces angles puissent être donnés immédiatement par l'observation, il est évident que le calcul qui sera fait d'après les éléments tirés de bonnes Tables astronomiques, les déterminera avec une exactitude suffisante & d'une manière plus commode.

(165.) Nous remarquerons que les formules de cet

ouvrage, ne donnent pas immédiatement l'angle que fait avec le fil parallèle, la droite qui joint les centres de l'Étoile & de la Lune; l'angle donné par ces calculs, est celui qui fait cette droite avec l'orbite relative de la Lune; mais on *Année 1774.* connoît d'ailleurs (XI.<sup>e</sup> Mémoire, article VII) l'angle que fait l'orbite relative de la Lune avec le fil parallèle; on conclura donc facilement l'angle de la droite qui joint les centres de l'Étoile & de la Lune, avec le fil parallèle.

(166.) On conclura aussi facilement la distance des Étoiles  $E, \epsilon$ , & l'angle que fait la droite qui les joint, avec le fil parallèle; d'après les différences connues d'ascension droite & de déclinaison des deux Étoiles. En effet, attendu le peu de distance de ces Étoiles, on aura

$$(1) \text{ dist. des Étoiles } E, \epsilon = \sqrt{\text{diff.}^2 \text{ décl.} + \frac{\text{différ.}^2 \text{ ascens. dr.} \times \cos.^2 \text{ declin. étoile } E}{r^2}},$$

$$(2) \text{ fin. (angle de la droite qui joint les étoiles } E, \epsilon, \text{ avec le fil parall.)} = \frac{r \text{ diff. décl.}}{\text{dist. étoiles } E \epsilon}.$$

## A R T I C L E V I I I.

*Application des principes de cet Ouvrage, à la détermination de la route des taches du Soleil.*

(167.) Je vais donner dans cet Article, l'application des formules développées dans mon Ouvrage, à la détermination de la route des taches du Soleil.

Pour déterminer la route de ces taches, je suppose un observateur au centre de la Terre, qui voit passer les taches du Soleil. Il est évident que, relativement à cet observateur, les phénomènes sont absolument les mêmes que le seroient, pour un observateur placé au centre du Soleil, les phénomènes qui résultent du mouvement d'un point quelconque d'un parallèle terrestre. Il est également évident, que si l'observateur dans le Soleil, vouloit mesurer la distance d'un point d'un parallèle au centre de la Terre, il pourroit se servir des formules démontrées dans mon Ouvrage; &



s'il supposoit mené, par le point du parallèle terrestre dont il s'agit, un plan parallèle au plan que j'ai défini, l'*horizon absolu*, & par conséquent, perpendiculaire au rayon vecteur de la Terre, & qu'il nomma, comme pour les Éclipses,

$r$  le petit axe de la Terre, qu'il supposeroit d'ailleurs égal au rayon des Tables.

$\phi$  le demi-grand axe.

$s$  le sinus  
 $c$  le cosinus } de la latitude corrigée du point du parallèle.

$p$  le sinus  
 $q$  le cosinus } de l'élévation de l'axe de la Terre sur le plan de l'horiz. absolu.

$g$  le sinus  
 $h$  le cosinus } de l'angle du cercle hor. du point du parall. terrestre avec le Mérid. universel, c'est-à-dire, avec le grand cercle mené par l'axe de la Terre perpendiculairement à l'horizon absolu.

$\pi'$  le sinus de la parallaxe horizontale polaire.

Il auroit évidemment pour expression de la distance  $ST$  du Fig. 10.

centre du Soleil à l'horizon absolu,  $\frac{r^2}{\pi'}$ ; pour expression

de la distance  $tT$  de l'horizon absolu au plan parallèle,

$\frac{ps}{r} + \frac{cpqh}{r^3}$ ; & par conséquent, pour l'expression de la distance

du centre du Soleil au plan parallèle à l'horizon absolu,

$\frac{r^2}{\pi'} - \frac{ps}{r} - \frac{cpqh}{r^3}$ . Il auroit de plus, pour expression

de la distance perpendiculaire  $PM$  du point du parallèle au plan

du Méridien universel,  $\frac{cgp}{r^2}$ ; pour expression de la distance

$tM$  du rayon vecteur de la Terre, au point où le plan du

Méridien universel est rencontré par cette perpendiculaire,

$\frac{qs}{r} - \frac{chpp}{r^3}$ ; & par conséquent, pour expression de la

distance  $tP$  du point du parallèle au rayon vecteur de la Terre,

prise sur le plan dont il s'agit,  $\sqrt{[\frac{qs}{r} - \frac{chpp}{r^3}]^2 + \frac{c^2g^2p^2}{r^4}}$ ;

Fig. 10. & comme d'ailleurs,  $St$  est à  $tP$ , comme le sinus total est à la tangente de la distance apparente du point du parallèle au centre de la Terre vue du Soleil : que de plus,

$$tP = \sqrt{\left(\frac{qs}{r} - \frac{chpp}{r^3}\right)^2 + \frac{c^2g^2p^2}{r^4}}; St = \frac{r^2}{\pi'} - \frac{ps}{r} - \frac{cpqh}{r^3};$$

il auroit

Tang. (distance apparente du point du parallèle au centre de la Terre)

$$\frac{\pi' \sqrt{\left(\frac{qs}{r} - \frac{chpp}{r^3}\right)^2 + \frac{c^2g^2p^2}{r^4}}}{r - \pi' \left(\frac{ps}{r^2} + \frac{cpqh}{r^4}\right)}.$$

Ces propositions sont évidentes pour quiconque se rappelle les constructions de cet Ouvrage.

(168.) Transportons maintenant, au Soleil, les constructions de cet Ouvrage, & supposons qu'un observateur sur la Terre regarde le mouvement des taches; il est évident, que, relativement à cet observateur, la tache représentera le point du parallèle. Je remarque d'abord, que le globe du Soleil étant sphérique, son grand axe & son petit axe sont égaux. Je remarque ensuite, que si par les centres du Soleil & de la Terre, l'on mène le rayon vecteur du Soleil, auquel astre l'observateur attribuera son mouvement annuel; & que d'ailleurs, par le centre du Soleil l'on mène un plan perpendiculaire à ce rayon vecteur, ce plan pourra s'appeler l'*Horizon des taches*; l'élévation de l'axe de la Terre, sur le plan de l'horizon absolu, deviendra l'*Élévation de l'axe de rotation des taches sur le plan de l'horizon des taches*. L'on pourra nommer *Zénith des taches*, le point où le globe solaire est rencontré par le rayon vecteur du Soleil; le plan mené par l'axe de rotation des taches, perpendiculairement à l'horizon des taches, pourra être défini *Méridien des taches*; l'angle du cercle horaire du point du parallèle, avec le Méridien universel, s'appellera *Angle du plan des taches avec le plan du Méridien des taches*. On pourra aussi appeler *Équateur solaire*, le grand cercle du Soleil perpendiculaire à l'axe

l'axe de rotation des taches; & la distance des taches à cet Équateur, sera mesurée sur un grand cercle perpendiculaire à cet Équateur. Quant à la parallaxe horizontale, comme cet élément n'est autre chose que l'angle sous lequel le demi-diamètre de l'Astre est vu par l'observateur, nous lui substituerons la définition qu'elle doit avoir dans le cas dont il s'agit, & nous l'appellerons demi-diamètre du Soleil.

(169.) D'après ces constructions, si l'on nomme

$r$  le rayon du disque solaire que nous supposerons d'ailleurs égal au rayon des Tables,

$s$  le sinus } de la distance de la tache à l'Équateur solaire,

$c$  le cosinus

$p$  le sinus } de l'élévation de l'axe de rotation des taches sur le plan

$q$  le cosinus

} de l'horizon des taches.

$g$  le sinus

$h$  le cosinus

} de l'angle du plan de la tache avec le plan du Mérid. des taches,

$\Delta$  le sinus du demi-diamètre du Soleil,

& que l'on mène, comme ci-dessus, par la tache, un plan parallèle à l'horizon des taches, on aura pour expression de la distance de la Terre, à l'horizon des taches,  $\frac{r^2}{\Delta}$ ; pour expression de la distance de l'horizon des taches au plan parallèle, dont nous venons de parler,  $\frac{p^s}{r} + \frac{cqh}{r^2}$ ; pour expression de la distance du centre de la Terre à ce plan parallèle,  $\frac{r^2}{\Delta} - \frac{ps}{r} - \frac{cqh}{r^2}$ ; pour expression de la distance perpendiculaire de la tache au rayon vecteur du Soleil,  $\sqrt{(\frac{qs}{r} - \frac{chp}{r^2})^2 + \frac{c^2g^2}{r^2}}$ ; & par conséquent,

(1) Tangente (distance apparente de la tache au centre du Soleil)

$$= \frac{\Delta \sqrt{(\frac{qs}{r} - \frac{chp}{r^2})^2 + \frac{c^2g^2}{r^2}}}{r - \Delta(\frac{ps}{r^2} + \frac{cqh}{r^2})}.$$

(170.) Si l'on considère une seconde observation, on aura une équation de même forme que l'équation (1) du *paragraphe précédent* ; mais dans cette seconde équation, les valeurs de  $p, q, g, h, \Delta$ , tangente (distance de la tache au centre du Soleil) ne seront pas les mêmes que dans la première. Les valeurs de Tang. (distance apparente de la tache au centre du Soleil) & de  $\Delta$  seront différentes, parce que la distance de la tache au centre du Soleil, & le demi-diamètre de cet Astre, auront varié;  $p$  &  $q$  seront différens, parce qu'en vertu du mouvement du Soleil dans son orbite, l'horizon des taches & l'élévation de l'axe de rotation des taches sur cet horizon auront changé;  $g$  &  $h$  seront différens, parce que l'angle du plan des taches avec le Méridien aura varié; & parce que d'ailleurs, ce Méridien aura changé. Il seroit possible de faire entrer toutes ces considérations dans le Problème; l'on parviendroit alors à des résultats compliqués. Il m'a paru plus commode de ne point changer la forme des équations, mais d'affecter les observations, avant de les soumettre au calcul, de tout ce qui est relatif au changement d'horizon & de Méridien des taches; par ce moyen, les valeurs de  $p, q, c, s$  seront les mêmes pour toutes les observations, & les valeurs de  $g$  &  $h$  ne varieront qu'à raison du mouvement de rotation de la tache.

*Observations que nous supposerons dans la suite de cet Article.*

(171.) Nous supposerons dans la suite, que l'on a observé la distance de la tache au centre du Soleil; cette distance se conclut de la distance de la tache au limbe de cet Astre. Nous supposerons aussi, que l'on connoît le nombre de degrés du limbe du Soleil, compris entre le prolongement de la droite qui joint les centres du Soleil & de la tache, & le sommet de l'axe autour duquel le mouvement annuel du Soleil paroît se faire; nous appellerons ce sommet, *Pôle de rotation des horizons des taches*. Par la nature du Problème, ce sommet est, sur le limbe du Soleil, dans le plan du cercle de latitude de cet Astre; il est très-facile à déterminer.

Quant au nombre de degrés, sur le limbe du Soleil, compris entre ce pôle & le prolongement de la droite, passant par la tache, il est facile à déterminer, & ne demande que les observations que l'on a coutume de faire. Nous nommerons

A l'angle au centre du Soleil qui mesure le nombre de degrés du limbe compris entre le pôle de rotation des horizons des taches & le prolongement de la droite qui joint les centres du Soleil & de la tache.

(172.) Les observations dont nous venons de parler, feront facilement connoître la distance de la tache à l'horizon des taches. En effet, il est évident que la distance apparente de la tache au centre du Soleil n'est autre chose que l'angle sous lequel le sinus de la distance de la tache au zénith des taches, paroît à nos yeux; mais l'angle sous lequel est vu le demi-diamètre du Soleil, n'est également que l'angle que paroît soutenir le rayon de la sphère dans laquelle est pris le sinus de la distance au zénith; on a donc la proportion suivante.

$\Delta$  : sin. (dist. appar. de la tache au centre du  $\odot$ ) ::  $r$  : sin. (distance de la tache au zénith),  
 $\Delta$  : sin. (dist. appar. de la tache au centre du  $\odot$ ) ::  $r$  : cos. (distance de la tache à l'horiz.).

Donc,

$$(1) \sin. (\text{dist. tache au zénith}) = \frac{r \sin. (\text{dist. appar. de la tache au centre du Soleil})}{\Delta},$$

$$(2) \cos. (\text{dist. tache à l'horiz.}) = \frac{r \sin. (\text{dist. appar. de la tache au centre du Soleil})}{\Delta}.$$

(173.) L'équation (2) du *paragraphe précédent*, ne donne pas avec toute la rigueur possible la distance de la tache à l'horizon. En effet, le demi-diamètre du Soleil & le sinus de la distance de la tache au zénith des taches, ne sont pas vus dans le même plan; le demi-diamètre du Soleil est toujours dans l'horizon des taches, & le sinus de la distance de la tache au zénith, est dans le plan parallèle à cet horizon. Ces deux quantités n'étant donc pas vues à la même distance, la proportion du §. 172 n'est pas rigoureusement vraie; il est facile de parer à cet inconvénient, il ne s'agit que de ramener la distance observée de la tache au centre du

Soleil, à l'angle sous lequel elle seroit vue dans l'horizon des taches.

Pour y parvenir, nous remarquerons que la distance de l'observateur à l'horizon des taches  $= \frac{r^2}{\Delta}$ , ainsi que nous l'avons déjà dit; que la distance de l'observateur au plan parallèle  $= \frac{r^2}{\Delta} - \frac{ps}{r} - \frac{eqh}{r^2}$ . Il suit d'ailleurs de nos constructions, que  $\frac{ps}{r} + \frac{eqh}{r^2}$  est l'expression du sinus de la distance de la tache à l'horizon des taches; que par conséquent la distance de l'observateur au plan parallèle  $= \frac{r^2}{\Delta} - \sin.$  (distance de la tache à l'horizon); on aura donc pour expression du sinus de la distance de la tache au centre du Soleil dont il faut faire usage dans les calculs,

$$\sin.(\text{dist. corr. tac. au cent. } \odot) = \frac{r^2 - \Delta \sin.(\text{dist. tache à l'hor.})}{r^2} \times \sin.(\text{dist. app. tac. au cent. } \odot),$$

la distance de la tache à l'horizon des taches étant d'ailleurs celle trouvée par l'équation (2) du §. 172. L'on aura alors

$$(1) \cos.(\text{dist. vr. tac. à l'hor.}) = \frac{r^2 - \Delta \sin.(\text{dist. tache à l'hor.})}{r \Delta} \times \sin.(\text{dist. app. tac. au cent. } \odot).$$

Nous nommerons

$B$  l'angle déterminé par le calcul précédent; c'est-à-dire, la distance vraie de la tache à l'horizon.

(174.) Imaginons maintenant un triangle sphérique  $TEP$ ,  
 Fig. 11. rectangle en  $E$ , formé par un grand cercle de la sphère du Soleil passant par la tache  $T$  & par le pôle  $P$  de rotation des horizons des taches, par la portion du limbe du Soleil interceptée entre le pôle  $P$  & le point  $E$  où ce limbe est rencontré par le grand cercle mené par la tache & par le zénith des taches, & enfin par le grand cercle  $TE$  mené par la tache perpendiculairement à l'horizon des taches. Dans ce triangle, on connoît le côté  $TE$  égal à l'angle  $B$ , le côté  $EP$  égal à l'angle  $A$ , on connoîtra donc le côté  $TP$  & l'angle en  $P$ , par le moyen des équations suivantes,

$$(1) \tan. P = \frac{r \tan. B}{\sin. A}; \quad (2) \cos. TP = \frac{\cos. B \cos. A}{r}.$$

Ces quantités devront être déterminées pour chacune des observations.

*Méthode pour affecter les observations de ce qui est relatif au changement d'horizon & de méridien des taches.*

(175.) Si l'horizon & le méridien des taches ne varioient pas dans l'intervalle des observations, les distances de la tache au centre du Soleil, ainsi que les angles  $A$  &  $B$ , trouvés précédemment, devroient être employés dans les calculs; mais ce changement affecte toutes ces quantités, il faut donc avoir égard à ce changement. Pour y parvenir, je remarque que dans l'intervalle de la première observation à celle que l'on calcule, dans le triangle  $TEP$ , l'angle en  $P$  a varié d'une quantité égale au mouvement du Soleil dans son orbite; c'est-à-dire, par exemple, que si l'on eût eu le triangle  $TPE$ , sans la rotation des horizons, on aura véritablement le triangle  $TPE'$  en vertu de cette rotation. Si donc l'on veut ramener les angles  $A$ ,  $B$ , & la distance de la tache au centre du Soleil, à ce que l'on auroit observé si l'horizon des taches n'eût pas changé, il faudra faire varier l'angle  $P$  d'une quantité égale au mouvement du Soleil dans son orbite; on aura alors, au lieu du triangle  $TPE'$  conclu des observations, un nouveau triangle sphérique  $TPE$ , rectangle en  $E$ , dans lequel le côté  $TP$  sera le même que le côté  $TP$  du triangle  $TPE'$ , puis-que le mouvement de rotation de l'horizon des taches ne change point la distance de la tache au pôle de rotation; mais dans lequel on aura

$$(1) \text{ angle } TPE = TPE' \pm \text{mouvement du Soleil.}$$

Il s'agira donc, au lieu des côtés  $PE'$  &  $TE'$  conclus précédemment des observations affectées de la rotation de l'horizon des taches, de déterminer les nouveaux côtés  $PE$ ,  $TE$  qui mesureront les nouveaux angles  $A$  &  $B$ , & la nouvelle distance de la tache au centre du Soleil qu'il conviendra d'employer dans le calcul.

(176.) Les considérations précédentes ne présentent aucune

Fig. 11. difficulté; en effet, par la Trigonométrie sphérique, on aura

$$(1) \text{ tang. (angle } A \text{ corrigé)} = \frac{\text{tang. } TP \text{ cof. } (TPE' \pm \text{mouvem. du Soleil})}{r},$$

$$(2) \text{ sinus (angle } B \text{ corrigé)} = \frac{\text{fin. } TP \text{ fin. } (TPE' \pm \text{mouvem. du Soleil})}{r}.$$

Comme le mouvement des taches se fait d'Orient en Occident, ainsi que le mouvement des horizons des taches, puisque ce dernier mouvement est en sens contraire du mouvement apparent du Soleil; si l'on suppose le disque du Soleil partagé en deux hémisphères par la droite passant par le centre du Soleil & par le pôle de rotation des taches, on emploiera dans la formule précédente, angle  $TPE' + \text{mouv. } \odot$  lorsqu'à l'instant de l'observation, la tache sera vue dans l'hémisphère le plus avancé suivant l'ordre des signes. On emploiera l'angle  $TPE' - \text{mouv. du Soleil}$ , dans le cas contraire.

(177.) Quant à la distance de la tache au centre du Soleil qu'il faut employer pour avoir égard au changement d'horizon, je remarque que si l'on fait la proportion suivante,

$$r : \text{cof. (angle } B \text{ corrigé)} :: \Delta : y,$$

cette valeur de  $y$  fera l'angle sous lequel la distance de la tache au centre du Soleil auroit été vue, si la grandeur qui la soutend étoit dans l'horizon des taches; mais comme cette grandeur est dans un plan, dont la distance à l'Observateur est à la distance de l'observateur à l'horizon des taches, comme  $\frac{r^2}{\Delta} - \text{fin. } B$  est à  $\frac{r^2}{\Delta}$ , on aura

$$(1) \text{ fin. (distance de la tache au centre du Soleil)} = \frac{r \Delta \text{ cof. (angle } B \text{ corrigé)}}{r^2 - \Delta \text{ fin. (angle } B \text{ corrigé)}}.$$

(178.) Avant que d'affecter les observations, de la correction relative au mouvement de l'horizon des taches, il ne sera pas inutile d'affecter la distance observée de la tache au centre du Soleil, de la correction résultante de la variation du diamètre du Soleil pendant l'intervalle des observations.



Cette correction ne présente aucune difficulté; il est évident en effet que l'on a la proportion suivante,

*Le demi-diamètre du Soleil lors de la seconde observation, est au demi-diamètre du Soleil lors de la première observation, comme la seconde distance observée de la tache au centre du Soleil, est à la distance que l'on eût observée si le demi-diamètre du Soleil n'eût point varié.*

Il faudra employer cette seconde distance dans les calculs.

(179.) Dans la suite de cet article, lorsque je parlerai des angles  $A$ ,  $B$ , & de la distance de la tache au centre du Soleil, j'entendrai toujours les quantités affectées des corrections précédentes.

*Suite de l'analyse du Problème.*

(180.) D'après ce qui vient d'être démontré, il est évident que l'on a pour chaque observation une équation de la forme suivante,

(1) Tangente (distance apparente de la tache au centre du Soleil)

$$= \frac{\Delta \sqrt{\left(\frac{qs}{r} - \frac{chp}{r^2}\right)^2 + \frac{c^2 g^2}{r^2}}}{r - \Delta \left(\frac{ps}{r^2} + \frac{cq h}{r^2}\right)},$$

ou si l'on veut, attendu que  $\frac{ps}{r} + \frac{cq h}{r} = \sin. B$ ,

(2) Tangente (distance apparente de la tache au centre du Soleil)

$$= \frac{\Delta \sqrt{\left(\frac{qs}{r} - \frac{chp}{r^2}\right)^2 + \frac{c^2 g^2}{r^2}}}{r - \frac{\Delta \sin. B}{r}}.$$

Dans la suite de cet article, nous supposons

$$(3) \lambda = \frac{\text{Tang. (dist. app. de la tache au centre } \odot) \times \left(r - \frac{\Delta \sin. B}{r}\right)}{r},$$

& nous aurons en général,

$$(4) \lambda = \frac{\Delta \sqrt{\left[ \left( \frac{qs}{r} - \frac{cp}{r^2} \right)^2 + \frac{c^2 g^2}{r^2} \right]}}{r}.$$

(181.) Si l'on suppose un nombre quelconque d'observations, il est évident que pour chacune de ces observations, on aura une équation de la forme de l'équation (4) du *paragr. précéd.* Si donc l'angle du plan de la tache avec le Méridien universel  $= G$  lors de la première observation, & qu'il ait varié de la quantité  $\alpha$  pendant l'intervalle de la première à la seconde observation; de la quantité  $\beta$  dans l'intervalle de la première à la troisième observation; de la quantité  $\gamma$  dans l'intervalle de la première à la quatrième observation, & ainsi de suite; on aura des équations de la forme suivante,

$$(1) \lambda_1 = \frac{\Delta \sqrt{\left[ \frac{qs}{r} - \frac{cp \cos. G}{r^2} \right]^2 + \frac{c^2 \sin.^2 G}{r^2}}}{r},$$

$$(2) \lambda_2 = \frac{\Delta \sqrt{\left\{ \left[ \frac{qs}{r} - \frac{cp \cos. (G + \alpha)}{r^2} \right]^2 + \frac{c^2 \sin.^2 (G + \alpha)}{r^2} \right\}}}{r},$$

$$(3) \lambda_3 = \frac{\Delta \sqrt{\left\{ \left[ \frac{qs}{r} - \frac{cp \cos. (G + \beta)}{r^2} \right]^2 + \frac{c^2 \sin.^2 (G + \beta)}{r^2} \right\}}}{r},$$

$$(4) \lambda_4 = \frac{\Delta \sqrt{\left\{ \left[ \frac{qs}{r} - \frac{cp \cos. (G + \gamma)}{r^2} \right]^2 + \frac{c^2 \sin.^2 (G + \gamma)}{r^2} \right\}}}{r},$$

& ainsi de suite

Et si l'on supposoit que le mouvement de rotation de la tache est uniforme, on auroit d'ailleurs  $\beta = m\alpha$ ;  $\gamma = m'\alpha$ ;  $m$  étant à 1, dans le rapport du temps écoulé entre la première & la troisième observation, au temps écoulé entre la première & la seconde observation; &  $m'$  étant à 1, dans le rapport du temps écoulé entre la première & la quatrième observation, au temps écoulé entre la première & la seconde observation.

(182.) Si l'on ne vouloit employer dans le calcul que les distances observées de la tache au centre du Soleil, en  
suffisant

supposant même le mouvement de rotation uniforme, il seroit nécessaire d'employer quatre observations. En effet, l'on a quatre inconnues: la distance de la tache à l'Équateur solaire; l'angle du plan de la tache avec le plan du Méridien, lors de l'une quelconque des observations; la quantité de la rotation dans un temps donné, & l'élévation de l'axe de rotation sur l'horizon des taches; mais si l'on fait usage des angles  $A$ , on pourra n'employer que trois observations. Nous allons développer cette analyse.

(183.) Pour entendre cette analyse, je suppose tracée sur l'horizon des taches l'intersection  $SM$  de cet horizon & du Fig. 12. Méridien des taches, intersection que j'appellerai *Méridienne des taches*. Je nommerai

$H$  l'angle  $ESM$  que fait avec la Méridienne  $SM$  des taches sur le plan de l'horizon, la ligne  $STE$  qui joint la tache & le centre du Soleil.

Je remarque en général, que  $\frac{\lambda r}{\Delta}$  est l'hypothénuse  $ST$  d'un triangle rectangle  $STR$ , dont les côtés  $SR$ ,  $TR$  pris sur la Méridienne des taches & sur la perpendiculaire à cette Méridienne, sont respectivement égaux à  $\frac{qs}{r} - \frac{cp^h}{r^2}$  & à  $\frac{cg}{r}$ ; on aura donc évidemment  $\frac{\lambda r}{\Delta} : \frac{cg}{r} :: r : \sin. H$ ;  $\frac{\lambda r}{\Delta} : \frac{qs}{r} - \frac{cp^h}{r^2} :: r : \cos. H$ ; d'où l'on conclura pour les trois observations,

$$(1) \lambda_1 = \frac{\Delta (qs - \frac{cp \cos. G}{r})}{r \cos. H_1}, \quad (2) \lambda_1 = \frac{\Delta c \sin. G}{r \sin. H_1},$$

$$(3) \lambda_2 = \frac{\Delta [qs - \frac{cp \cos. (G + \alpha)}{r}]}{r \cos. H_2}, \quad (4) \lambda_2 = \frac{\Delta c \sin. (G + \alpha)}{r \sin. H_2},$$

$$(5) \lambda_3 = \frac{\Delta [qs - \frac{cp \cos. (G + \beta)}{r}]}{r \cos. H_3}, \quad (6) \lambda_3 = \frac{\Delta c \sin. (G + \beta)}{r \sin. H_3}.$$

(184.) Puisqu'en général (§. 173)  $\sin. B = \frac{p^s}{r} + \frac{eqh}{r^2}$ ,  
on a encore les équations suivantes,

$$(1) \frac{p^s}{r} + \frac{eq \cos. G}{r^2} - \sin. B_1 = 0,$$

$$(2) \frac{p^s}{r} + \frac{eq \cos. (G + \alpha)}{r^2} - \sin. B_2 = 0,$$

$$(3) \frac{p^s}{r} + \frac{eq \cos. (G + \beta)}{r^2} - \sin. B_3 = 0.$$

(185.) Si l'on combine entr'elles les équations (1), (3) & (5) du §. 183, on aura

$$(1) r^2 (\cos. H_{1\lambda 1} - \cos. H_{2\lambda 2}) + \Delta ep [\cos. G - \cos. (G + \alpha)] = 0.$$

$$(2) r^2 (\cos. H_{1\lambda 1} - \cos. H_{3\lambda 3}) + \Delta ep [\cos. G - \cos. (G + \beta)] = 0.$$

$$(3) r^2 (\cos. H_{2\lambda 2} - \cos. H_{3\lambda 3}) + \Delta ep [\cos. (G + \alpha) - \cos. (G + \beta)] = 0.$$

$$(4) r [\cos. H_{2\lambda 2} \cos. G - \cos. H_{1\lambda 1} \cos. (G + \alpha)] \\ + \Delta qs [\cos. (G + \alpha) - \cos. G] = 0.$$

$$(5) r [\cos. H_{3\lambda 3} \cos. G - \cos. H_{1\lambda 1} \cos. (G + \beta)] \\ + \Delta qs [\cos. (G + \beta) - \cos. G] = 0.$$

$$(6) r [\cos. H_{3\lambda 3} \cos. (G + \alpha) - \cos. H_{2\lambda 2} \cos. (G + \beta)] \\ + \Delta qs [\cos. (G + \beta) - \cos. (G + \alpha)] = 0.$$

$$(7) (\cos. H_{3\lambda 3} - \cos. H_{2\lambda 2}) \cos. G + (\cos. H_{1\lambda 1} - \cos. H_{3\lambda 3}) \cos. (G + \alpha) \\ + (\cos. H_{2\lambda 2} - \cos. H_{1\lambda 1}) \cos. (G + \beta) = 0.$$

(186.) Si l'on combine pareillement les équations (2),  
(4) & (6) du §. 183, on aura

$$(1) \lambda_1 \sin. H_1 \sin. (G + \alpha) - \lambda_2 \sin. H_2 \sin. G = 0.$$

$$(2) \lambda_1 \sin. H_1 \sin. (G + \beta) - \lambda_3 \sin. H_3 \sin. G = 0.$$

$$(3) \lambda_2 \sin. H_2 \sin. (G + \beta) - \lambda_3 \sin. H_3 \sin. (G + \alpha) = 0.$$

(187.) Si l'on combine enfin les équations (1), (2) & (3) du §. 184, l'on aura

- (1)  $r^2 (\sin. B_1 - \sin. B_2) + c q [\cos. (G + a) - \cos. G] = 0.$   
 (2)  $r^2 (\sin. B_1 - \sin. B_3) + c q [\cos. (G + \beta) - \cos. G] = 0.$   
 (3)  $r^2 (\sin. B_2 - \sin. B_3) + c q [\cos. (G + \beta) - \cos. (G + a)] = 0.$   
 (4)  $r [\sin. B_2 \cos. G - \sin. B_1 \cos. (G + a)] + p s [\cos. (G + a) - \cos. G] = 0.$   
 (5)  $r [\sin. B_3 \cos. G - \sin. B_1 \cos. (G + \beta)] + p s [\cos. (G + \beta) - \cos. G] = 0.$   
 (6)  $r [\sin. B_3 \cos. (G + a) - \sin. B_2 \cos. (G + \beta)]$   
 $+ p s [\cos. (G + \beta) - \cos. (G + a)] = 0.$   
 (7)  $(\sin. B_2 - \sin. B_1) \cos. (G + \beta) + (\sin. B_1 - \sin. B_3) \cos. (G + a)$   
 $+ (\sin. B_3 - \sin. B_2) \cos. G = 0.$

(188.) Soit *STE* la ligne qui joint la tache & le centre Fig. 12.  
 du Soleil; *SM* l'intersection du Méridien & de l'horizon  
 des taches, & que j'ai appelée *Méridienne des taches*; *SP*  
 la droite qui joint le centre *S* du Soleil & le Pôle *P* de  
 rotation des horizons. Si l'on nomme

*X* l'angle *MSP* que fait au centre du Soleil, la droite *SP* qui  
 joint le centre de cet Astre & le Pôle de rotation de l'horizon  
 des taches, avec la Méridienne *SM* des taches.

Il est évident que l'angle *ESP*, est l'angle que nous avons  
 nommé *A*; & que l'angle *ESM*, est l'angle *H*; on aura  
 donc en général,  $H = A - X$ ; donc

$$(1) H_1 = A_1 - X,$$

$$(2) H_2 = A_2 - X,$$

$$(3) H_3 = A_3 - X.$$

De plus, si l'on nomme *m*<sub>2</sub> la quantité dont l'angle *A*<sub>1</sub> est  
 augmenté pendant l'intervalle de la première à la seconde  
 observation; *m*<sub>3</sub> la quantité dont l'angle *A*<sub>1</sub> est augmenté  
 pendant l'intervalle de la première observation à la troisième;  
 la valeur de *H*<sub>1</sub> croîtra de la même quantité, & l'on aura

$$(4) H_2 = H_1 + m_2,$$

$$(5) H_3 = H_1 + m_3,$$

$$(6) \sin. H_2 = \frac{\cos. m_2 \sin. H_1 + \sin. m_2 \cos. H_1}{r},$$

$$(7) \cos. H_2 = \frac{\cos. m_2 \cos. H_1 - \sin. m_2 \sin. H_1}{r},$$

$$(8) \sin. H_3 = \frac{\cos. m_3 \sin. H_1 + \sin. m_3 \cos. H_1}{r},$$

$$(9) \cos. H_3 = \frac{\cos. m_3 \cos. H_1 - \sin. m_3 \sin. H_1}{r}.$$

Nous verrons l'usage que l'on peut faire de ces équations.

(189.) Lorsque l'on aura déterminé l'angle  $X$ , ainsi que l'élévation de l'axe de rotation des taches sur l'horizon des taches, on conclura facilement l'inclinaison de l'Équateur solaire sur l'écliptique, & le lieu de l'intersection de ces deux grands cercles. En effet, si l'on imagine le triangle

Fig. 13. sphérique  $RP M$  rectangle en  $M$ , dans lequel  $R$  est le Pôle de rotation des taches,  $P$  le Pôle de rotation des horizons des taches, ou ce qui revient au même, le Pôle de l'écliptique;  $PM$  est l'angle  $X$ ;  $RM$  est l'élévation de l'axe des taches sur l'horizon des taches: il est évident que dans ce triangle, le côté  $RP$  sera égal à l'inclinaison de l'Équateur solaire sur l'écliptique, puisqu'il mesure l'angle formé par les axes de rotation des taches & des horizons. De plus, l'angle en  $P$  mesurera la distance du lieu du Soleil au lieu du nœud. En effet, l'arc  $PM$  étant portion du grand cercle  $PME$  perpendiculaire à l'écliptique, mené par le centre  $S$  de la sphère solaire, perpendiculairement au lieu de la Terre vue du Soleil, & l'arc  $RP$  étant portion du grand cercle qui mesure la plus grande distance de l'équateur solaire à l'écliptique, l'angle  $P$  mesure sur l'écliptique, la distance  $Ee$  du point éloigné de 90 degrés du lieu de la Terre vue du Soleil, au point correspondant à la plus grande distance de l'écliptique à l'équateur solaire; or cette distance est évidemment égale à la distance  $TN$  du lieu de la Terre vue du Soleil, au nœud de l'équateur solaire & de l'écliptique; & par conséquent à la distance du lieu du Soleil vu de la Terre, au nœud opposé de l'équateur solaire & de l'écliptique. On aura donc (*Trigonométrie sphérique*),

$$(1) \cos. (\text{incl. de l'équat. sol. sur l'éclipt.}) = \frac{\cos. X \cos. (\text{élev. axe des taches})}{r},$$

$$(2) \text{tang. (distance du Soleil au nœud)} = \frac{r \text{ tang. } (\text{élev. axe des taches})}{\sin. X}.$$

*Solution du Problème par les méthodes différentielles.*

(190.) Au lieu d'employer les formules qui résulteroient de l'élimination des variables, on peut vouloir prendre un certain nombre d'équations de la forme de celles du §. 181, les comparer aux observations, en partant d'éléments déjà connus d'une manière approchée, & calculer par les méthodes différentielles, quels éléments satisfont rigoureusement aux observations. Je ne fais même si dans l'état actuel de l'Astronomie, cette méthode n'est point préférable à la méthode absolument directe; on pourra dans ce cas, supposer que les taches ne sont pas précisément à la surface du Soleil; on verra alors, si en faisant varier  $\Delta$ , les observations cadreront mieux entr'elles. Pour faciliter cet examen, voici ce qui résulte de la différentiation des équations du §. 181; nous supposerons dans ces recherches, que la rotation est uniforme.

(191.) Si l'on différencie les équations (1), (2), (3) & (4) du §. 181, & que l'on suppose

$$M_1 = \frac{qs}{r} - \frac{ep \cos G}{r^2}, \quad N_1 = \frac{e \sin G}{r},$$

$$P_1 = \frac{qc}{r} + \frac{ps \cos G}{r^2}, \quad Q_1 = \frac{s \sin G}{r},$$

$$R_1 = \frac{ps}{r} + \frac{eq \cos G}{r^2}, \quad S_1 = \frac{ep \sin G}{r^2},$$

$$T_1 = \frac{e \cos G}{r},$$

$$M_2 = \frac{qs}{r} - \frac{ep \cos (G + a)}{r^2}, \quad N_2 = \frac{e \sin (G + a)}{r},$$

$$P_2 = \frac{qc}{r} + \frac{ps \cos (G + a)}{r^2}, \quad Q_2 = \frac{s \sin (G + a)}{r},$$

$$R_2 = \frac{ps}{r} + \frac{eq \cos (G + a)}{r^2}, \quad S_2 = \frac{ep \sin (G + a)}{r^2},$$

$$T_2 = \frac{e \cos (G + a)}{r}.$$

$$M_3 = \frac{qs}{r} - \frac{ep \cos.(G + ma)}{r^2}, \quad N_3 = \frac{c \sin.(G + ma)}{r},$$

$$P_3 = \frac{qc}{r} + \frac{ps \cos.(G + ma)}{r^2}, \quad Q_3 = \frac{s \sin.(G + ma)}{r},$$

$$R_3 = \frac{ps}{r} + \frac{eq \cos.(G + ma)}{r^2}, \quad S_3 = \frac{cp \sin.(G + ma)}{r^2},$$

$$T_3 = \frac{e \cos.(G + ma)}{r};$$

$$M_4 = \frac{qs}{r} - \frac{ep \cos.(G + m'a)}{r^2}, \quad N_4 = \frac{c \sin.(G + m'a)}{r},$$

$$P_4 = \frac{qc}{r} + \frac{ps \cos.(G + m'a)}{r^2}, \quad Q_4 = \frac{s \sin.(G + m'a)}{r},$$

$$R_4 = \frac{ps}{r} + \frac{eq \cos.(G + m'a)}{r^2}, \quad S_4 = \frac{cp \sin.(G + m'a)}{r^2},$$

$$T_4 = \frac{e \cos.(G + m'a)}{r};$$

& ainsi de suite. On a vu (§. 181) comment on doit évaluer les quantités  $m$  &  $m'$ ; on aura

$$(1) \quad d\lambda_1 = \frac{\lambda_1}{\Delta} d\Delta + \frac{\Delta^2}{r\lambda_1} \times \left( \frac{M_1 P_1}{r^2} - \frac{N_1 Q_1}{r^2} \right) d(\text{diff. tache}) \\ - \frac{\Delta^2}{r\lambda_1} \times \frac{M_1 R_1}{r^2} d(\text{élévation de l'axe des taches}) \\ + \frac{\Delta^2}{r\lambda_1} \times \left( \frac{M_1 S_1}{r^2} + \frac{N_1 T_1}{r^2} \right) d(\text{angle tache}),$$

$$(2) \quad d\lambda_2 = \frac{\lambda_2}{\Delta} d\Delta + \frac{\Delta^2}{r\lambda_2} \times \left( \frac{M_2 P_2}{r^2} - \frac{N_2 Q_2}{r^2} \right) d(\text{diff. tache}) \\ - \frac{\Delta^2}{r\lambda_2} \times \frac{M_2 R_2}{r^2} d(\text{élévation de l'axe des taches}) \\ + \frac{\Delta^2}{r\lambda_2} \times \left( \frac{M_2 S_2}{r^2} + \frac{N_2 T_2}{r^2} \right) d(\text{angle tache}) \\ + \frac{\Delta^2}{r\lambda_2} \times \left( \frac{M_2 S_2}{r^2} + \frac{N_2 T_2}{r^2} \right) da,$$

$$(3) \quad d\lambda_3 = \frac{\lambda_3}{\Delta} d\Delta + \frac{\Delta^2}{r\lambda_3} \times \left( \frac{M_3 P_3}{r^2} - \frac{N_3 Q_3}{r^2} \right) d(\text{diff. tache}) \\ - \frac{\Delta^2}{r\lambda_3} \times \frac{M_3 R_3}{r^2} d(\text{élévation de l'axe des taches}) \\ + \frac{\Delta^2}{r\lambda_3} \times \left( \frac{M_3 S_3}{r^2} + \frac{N_3 T_3}{r^2} \right) d(\text{angle tache}) \\ + \frac{\Delta^2}{r\lambda_3} \times \left( \frac{M_3 S_3}{r^2} + \frac{N_3 T_3}{r^2} \right) m da,$$



$$\begin{aligned}
 (4) \quad d\lambda_4 = & \frac{\lambda_4}{\Delta} d\Delta + \frac{\Delta^2}{r\lambda_4} \times \left( \frac{M_4 P_4}{r^2} - \frac{N_4 Q_4}{r^2} \right) d(\text{dist. tache}) \\
 & - \frac{\Delta^2}{r\lambda_4} \times \frac{M_4 R_4}{r^2} d(\text{élévation de l'axe des taches}) \\
 & + \frac{\Delta^2}{r\lambda_4} \times \left( \frac{M_4 S_4}{r^2} + \frac{N_4 T_4}{r^2} \right) d(\text{angle tache}) \\
 & + \frac{\Delta^2}{r\lambda_4} \times \left( \frac{M_4 S_4}{r^2} + \frac{N_4 T_4}{r^2} \right) m' da,
 \end{aligned}$$

& ainsi de suite.

(192.) On voit maintenant la forme & la loi de ces équations. Il est facile d'en avoir autant que l'on voudra; on égalera leur nombre à celui des inconnues du Problème. On n'oubliera pas que dans ces recherches,

$d\lambda$ ,  $d\Delta$ ,  $da$ ,  $d(\text{dist. de la tache})$ ,  $d(\text{élévation de l'axe des taches})$ ,  $d(\text{angle du plan de la tache avec le Méridien})$ , &c.

expriment les différences entre les quantités employées dans le calcul & celles qui ont véritablement lieu. On se rappellera aussi que dans l'usage des formules,  $p$  deviendrait négatif si l'axe de rotation des taches étoit au-dessous de l'horizon des taches; que  $s$  deviendrait négatif, si la distance de la tache à l'équateur solaire étoit australe; & qu'enfin le signe de  $\sin. G$ ,  $\cos. G$ ,  $\sin. (G + a)$ ,  $\cos. (G + a)$ ,  $\sin. (G + ma)$ ,  $\cos. (G + ma)$ , &c. dépend de l'angle du plan de la tache avec le méridien des taches lors des observations.

(193.) Comme la méthode précédente suppose la connoissance approchée des élémens des taches, voici ce que l'on fait sur ce sujet.

Suivant M. Cassini, la durée de la rotation du Soleil, par rapport aux points équinoxiaux (c'est celle que l'on doit employer dans nos calculs) est de  $25^j 14^h 8'$ . Dans cette rotation, on fait abstraction du mouvement de la Terre, qui augmente la durée de la rotation apparente d'environ deux jours.

L'Équateur solaire, suivant les anciennes observations de M. Cassini, est incliné de  $7^{\text{d}} 30'$  sur l'Écliptique. Le P. Scheiner supposoit cette inclinaison de 7 degrés, & M. de l'Isle de  $6^{\text{d}} 35'$

M. Cassini supposoit le nœud de l'Équateur solaire sur l'Écliptique, dans  $2^{\text{f}} 8^{\text{d}}$ ; M. Cassini fils dans  $2^{\text{f}} 10^{\text{d}}$ , M. de l'Isle dans  $1^{\text{f}} 26^{\text{d}}$ .

(194.) Nous avons exigé quatre observations pour résoudre le Problème de la route des taches. On sait cependant que trois observations suffisent pour résoudre la question; mais on remarquera que dans notre solution nous n'avons fait usage que des distances observées de la tache au centre du Soleil. Dans les solutions, au contraire, où l'on n'emploie que trois observations; indépendamment de la distance de la tache au centre du Soleil, l'on fait encore usage des angles  $A$ ; or il est évident qu'une observation ainsi conditionnée, équivaut réellement à deux observations.

(195.) Dans la solution que nous venons de donner, la position du pôle de rotation des taches, relativement au pôle de rotation des horizons ou de l'Écliptique, reste absolument indéterminée; & il est aisé de voir, à *priori*, que les observations que nous avons employées n'embrassent en aucune façon cet élément particulier. Si donc l'on veut déterminer cet élément, il faudra mesurer l'angle  $A$  pour une des observations, par exemple, pour la première; cet angle combiné avec les autres élémens déterminés par les observations, fera connoître l'angle  $X$ , & par conséquent donnera la position de l'axe de rotation des taches, de l'Équateur solaire, & de son nœud sur l'Écliptique.

*Solution du Problème par les méthodes d'élimination, en supposant la rotation uniforme, & les intervalles entre les observations égaux entr'eux.*

(196.) Quoique dans l'état actuel de l'Astronomie, la méthode précédente soit peut-être préférable aux formules résultantes

résultantes de l'élimination des variables qui exigent toujours des observations très-précises; si l'on vouloit cependant voir ce que deviendrait le Problème, en le considérant sous ce dernier point de vue, voici comment on pourroit s'y prendre. Dans la solution que je donnerai d'abord, je supposerai que les intervalles entre les observations sont égaux. Quoique cette dernière condition restreigne la généralité de la solution, elle est cependant si aisée à obtenir que j'ai cru pouvoir l'employer, attendu les facilités de calcul qu'elle procure.

(197.) Pour résoudre le Problème sous ce dernier point de vue, je reprends les équations (1) & (3) du §. 186, & (7) du §. 187, ou plutôt, attendu que  $\beta = 2a$ , j'écris ainsi ces équations,

$$(1) \lambda 1 \sin. H 1 \sin. (G + a) - \lambda 2 \sin. H 2 \sin. G = 0.$$

$$(2) \lambda 2 \sin. H 2 \sin. (G + 2a) - \lambda 3 \sin. H 3 \sin. (G + a) = 0.$$

$$(3) (\sin. B 2 - \sin. B 1) \cos. (G + 2a) + (\sin. B 1 - \sin. B 3) \cos. (G + a) \\ + (\sin. B 3 - \sin. B 2) \cos. G = 0.$$

J'observe ensuite que

$$\sin. G = \sin. (G + a - a) = \frac{\sin. (G + a) \cos. a - \cos. (G + a) \sin. a}{r};$$

$$\cos. G = \cos. (G + a - a) = \frac{\cos. (G + a) \cos. a + \sin. (G + a) \sin. a}{r};$$

$$\sin. (G + 2a) = \sin. (G + a + a) = \frac{\sin. (G + a) \cos. a + \cos. (G + a) \sin. a}{r};$$

$$\cos. (G + 2a) = \cos. (G + a + a) = \frac{\cos. (G + a) \cos. a - \sin. (G + a) \sin. a}{r};$$

& que par conséquent les équations (1), (2), (3) peuvent être mises sous la forme suivante,

$$(4) (r \lambda 1 \sin. H 1 - \lambda 2 \sin. H 2 \cos. a) \sin. (G + a) \\ + \lambda 2 \sin. H 2 \sin. a \cos. (G + a) = 0.$$

$$(5) (r \lambda 3 \sin. H 3 - \lambda 2 \sin. H 2 \cos. a) \sin. (G + a) \\ - \lambda 2 \sin. H 2 \sin. a \cos. (G + a) = 0.$$

$$(6) (\sin. B 1 - \sin. B 3) \times (r - \cos. a) \cos. (G + a) \\ + (\sin. B 1 - 2 \sin. B 2 + \sin. B 3) \sin. a \sin. (G + a) = 0.$$

Mém. 1776.

P p

Des équations (4) & (5) l'on tire

$$(7) r(\lambda_1 \sin. H_1 + \lambda_3 \sin. H_3) - 2\lambda_2 \sin. H_2 \cos. a = 0.$$

Si l'on substitue ensuite dans l'équation (6) la valeur de  $\sin. (G + a)$  tirée de l'équation (4), elle deviendra, à cause de  $\sin.^2 a = (r + \cos. a) \times (r - \cos. a)$ .

$$(8) 2\lambda_2 \sin. H_2 (\sin. B_1 - \sin. B_2) \cos. a + r\lambda_1 \sin. H_1 (\sin. B_3 - \sin. B_1) + r\lambda_2 \sin. H_2 (\sin. B_1 - 2 \sin. B_2 + \sin. B_3) = 0.$$

ou enfin à cause de l'équation (7)

$$(9) \lambda_3 \sin. H_3 (\sin. B_1 - \sin. B_2) + \lambda_1 \sin. H_1 (\sin. B_3 - \sin. B_2) + \lambda_2 \sin. H_2 (\sin. B_1 - 2 \sin. B_2 + \sin. B_3) = 0.$$

Enfin, si dans l'équation (9), l'on substitue à  $\sin. H_2$ ,  $\sin. H_3$ , leurs valeurs tirées du §. 188, elle deviendra

$$(10) \text{Tang. } H_1 = \frac{r[\lambda_3 \sin. m_3 (\sin. B_2 - \sin. B_1) - \lambda_2 \sin. m_2 (\sin. B_1 - 2 \sin. B_2 + \sin. B_3)]}{\lambda_3 \cos. m_3 (\sin. B_1 - \sin. B_2) + r\lambda_1 (\sin. B_3 - \sin. B_2) + \lambda_2 \cos. m_2 (\sin. B_1 - 2 \sin. B_2 + \sin. B_3)},$$

& la question est résolue.

De cette dernière équation, l'on conclut (§. 188)

$$(11) X = A_1 - H_1.$$

(198.) Il est aisé de voir maintenant comment on parvient à la connoissance complète de tous les élémens du Problème. Les équations (10) & (11) du *paragraphe précédent*, feront d'abord connoître l'angle que nous avons nommé  $X$ , c'est-à-dire, l'angle que fait la droite qui joint le centre du Soleil & le pôle de rotation des horizons des taches, avec la Méridienne des taches. Les équations (4) & (5) du §. 188, feront connoître les angles  $H_2$ ,  $H_3$ . L'équation (7) du §. 197, fera connoître l'angle  $a$ , c'est-à-dire, le mouvement de rotation, pendant l'intervalle de la première observation à la seconde. L'équation (4) donnera la valeur de l'angle  $G + a$ , c'est-à-dire, l'angle de la tache avec le Méridien, lors de la seconde observation; & comme l'on connoît la rotation, pendant l'intervalle de la première

observation à la seconde, on connoîtra l'angle de la tache avec le Méridien, lors de la première observation. On déterminera enfin la distance de la tache à l'Équateur solaire, par le moyen de l'équation (2) du §. 183, & l'élévation de l'axe de rotation des taches sur l'horizon des taches, par le moyen de l'équation (1) du §. 185.

*Généralisation de la Solution précédente.*

(199.) Quoique la question soit résolue, par les formules précédentes, avec toute la généralité nécessaire pour les usages astronomiques, puisque l'exigence d'observations faites à des intervalles égaux, ne présente réellement aucune difficulté dans la pratique; comme cependant la solution n'a pas géométriquement toute la généralité qu'on peut lui donner, j'ai cru devoir mettre sous les yeux du Lecteur les principes de la solution générale.

*Solution du Problème, en supposant la rotation uniforme, & les intervalles de temps entre les observations, inégaux.*

(200.) Pour résoudre le Problème, en supposant la rotation uniforme, je reprends les équations (1) & (2) du §. 186, & l'équation (7) du §. 187.

$$(1) \lambda 1 \sin. H 1 \sin. (G + \alpha) - \lambda 2 \sin. H 2 \sin. G = 0,$$

$$(2) \lambda 1 \sin. H 1 \sin. (G + \beta) - \lambda 3 \sin. H 3 \sin. G = 0,$$

$$(3) (\sin. B 2 - \sin. B 1) \cos. (G + \beta) + (\sin. B 1 - \sin. B 3) \cos. (G + \alpha) \\ + (\sin. B 3 - \sin. B 2) \cos. G = 0.$$

Dans les équations (1) & (2), je substitue à  $\sin. H 2$ ,  $\sin. H 3$ , leurs valeurs tirées du §. 188, & elles deviennent

$$(4) [r \lambda 1 \sin. (G + \alpha) - \lambda 2 \cos. m 2 \sin. G] \sin. H 1 - \lambda 2 \sin. m 2 \sin. G \cos. H 1 = 0,$$

$$(5) [r \lambda 1 \sin. (G + \beta) - \lambda 3 \cos. m 3 \sin. G] \sin. H 1 - \lambda 3 \sin. m 3 \sin. G \cos. H 1 = 0.$$

Je tire la valeur de  $\sin. H 1$  de l'équation (4), je la porte dans l'équation (5), & elle devient

$$(6) \lambda_1 \lambda_2 \sin. m_2 \sin. (G + \beta) - \lambda_1 \lambda_3 \sin. m_3 \sin. (G + \alpha) \\ + \lambda_2 \lambda_3 \sin. (m_3 - m_2) \sin. G = 0.$$

Dans les équations (3) & (6), je substitue à  $\sin. (G + \alpha)$ ,  $\cos. (G + \alpha)$ ,  $\sin. (G + \beta)$ ,  $\cos. (G + \beta)$ , leurs valeurs, en observant que

$$\sin. (G + \alpha) = \frac{\cos. \alpha \sin. G + \sin. \alpha \cos. G}{r};$$

$$\cos. (G + \alpha) = \frac{\cos. \alpha \cos. G - \sin. \alpha \sin. G}{r};$$

$$\sin. (G + \beta) = \frac{\cos. \beta \sin. G + \sin. \beta \cos. G}{r};$$

$$\cos. (G + \beta) = \frac{\cos. \beta \cos. G - \sin. \beta \sin. G}{r};$$

& ces équations deviennent

$$(7) [(\sin. B_2 - \sin. B_1) \cos. \beta + (\sin. B_1 - \sin. B_3) \cos. \alpha \\ + r(\sin. B_3 - \sin. B_2)] \cos. G - [(\sin. B_2 - \sin. B_1) \sin. \beta \\ + (\sin. B_1 - \sin. B_3) \sin. \alpha] \sin. G = 0.$$

$$(8) [\lambda_1 \lambda_2 \sin. m_2 \cos. \beta - \lambda_1 \lambda_3 \sin. m_3 \cos. \alpha + r \lambda_2 \lambda_3 \sin. (m_3 - m_2)] \sin. G \\ + (\lambda_1 \lambda_2 \sin. m_2 \sin. \beta - \lambda_1 \lambda_3 \sin. m_3 \sin. \alpha) \cos. G = 0.$$

De la comparaison de ces deux équations, l'on tire

$$(9) r^2 [\lambda_1 \lambda_2 \sin. m_2 (\sin. B_2 - \sin. B_1) - \lambda_1 \lambda_3 \sin. m_3 (\sin. B_1 - \sin. B_3) \\ + \lambda_2 \lambda_3 \sin. (m_3 - m_2) \times (\sin. B_3 - \sin. B_2)] + \lambda_1 [\lambda_2 \sin. m_2 (\sin. B_1 - \sin. B_3) \\ - \lambda_3 \sin. m_3 (\sin. B_2 - \sin. B_1)] \times (\cos. \alpha \cos. \beta + \sin. \beta \sin. \alpha) \\ + \lambda_2 r [\lambda_1 \sin. m_2 (\sin. B_3 - \sin. B_2) + \lambda_3 \sin. (m_3 - m_2) \times (\sin. B_2 - \sin. B_1)] \cos. \beta \\ + \lambda_3 r [\lambda_2 \sin. (m_3 - m_2) \times (\sin. B_1 - \sin. B_3) - \lambda_1 \sin. m_3 (\sin. B_3 - \sin. B_2)] \cos. \alpha = 0.$$

Maintenant, puisque l'on suppose la rotation uniforme, l'on a une relation entre les angles  $\alpha$  &  $\beta$ , dépendante du rapport des temps écoulés entre la première & la seconde observation; entre la première & la troisième observation; cette équation, que je nommerai *équation (10)*, & qui n'est autre chose que la relation connue entre les sinus & les cosinus d'angles qui sont dans un rapport donné, fournira une nouvelle équation au moyen de laquelle on éliminera l'angle  $\alpha$  ou l'angle  $\beta$  dans l'équation (9); & le Problème sera résolu.

(201.) Nous remarquerons que comme le degré de l'équation (10) dépend de la relation des temps écoulés entre les observations, le degré final de l'équation qui résout le Problème de la rotation des taches, en dépend pareillement.

*Solution du Problème en n'employant point la considération de la rotation uniforme.*

(202.) Pour résoudre le Problème, en faisant abstraction de la rotation uniforme, je reprends les équations (1) & (2) du §. 186; (7) & (7) des §. 185 & 187, & j'ai

$$(1) \lambda_1 \sin. H_1 \sin. (G + a) - \lambda_2 \sin. H_2 \sin. G = 0.$$

$$(2) \lambda_1 \sin. H_1 \sin. (G + \beta) - \lambda_3 \sin. H_3 \sin. G = 0.$$

$$(3) (\cos. H_3 \lambda_3 - \cos. H_2 \lambda_2) \cos. G + (\cos. H_1 \lambda_1 - \cos. H_3 \lambda_3) \cos. (G + a) \\ + (\cos. H_2 \lambda_2 - \cos. H_1 \lambda_1) \cos. (G + \beta) = 0.$$

$$(4) (\sin. B_3 - \sin. B_2) \cos. G + (\sin. B_1 - \sin. B_3) \cos. (G + a) \\ + (\sin. B_2 - \sin. B_1) \cos. (G + \beta) = 0.$$

Si dans les équations (1), (2), (3) l'on substitue à  $\sin. H_2$ ,  $\sin. H_3$ ,  $\cos. H_2$ ,  $\cos. H_3$  leurs valeurs, elles deviendront,

$$(5) r[\lambda_1 \sin. (G + a) - \lambda_2 \cos. m_2 \sin. G] - \lambda_2 \sin. m_2 \sin. G \cot. H_1 = 0,$$

$$(6) r[\lambda_1 \sin. (G + \beta) - \lambda_3 \cos. m_3 \sin. G] - \lambda_3 \sin. m_3 \sin. G \cot. H_1 = 0,$$

$$(7) [(\cos. m_3 \lambda_3 - \cos. m_2 \lambda_2) \cos. G + (\lambda_1 - \cos. m_3 \lambda_3) \cos. (G + a) \\ - (\lambda_1 - \cos. m_2 \lambda_2) \cos. (G + \beta)] \cot. H_1 - r[(\sin. m_3 \lambda_3 - \sin. m_2 \lambda_2) \cos. G \\ - \sin. m_3 \lambda_3 \cos. (G + a) + \sin. m_2 \lambda_2 \cos. (G + \beta)] = 0.$$

Afin de faciliter l'usage de ces équations, je supposerai

$$A = \frac{r(\sin. B_3 - \sin. B_2)}{\sin. B_2 - \sin. B_1}; \quad C = \frac{r(\sin. B_1 - \sin. B_3)}{\sin. B_2 - \sin. B_1};$$

$$D = \frac{\lambda_2 \cos. m_2}{\lambda_1}; \quad E = \frac{\lambda_2 \sin. m_2}{\lambda_1};$$

$$F = \frac{\lambda_3 \cos. m_3}{\lambda_1}; \quad K = \frac{\lambda_3 \sin. m_3}{\lambda_1};$$

$$L = \frac{r(\text{cof. } m_3 \lambda_3 - \text{cof. } m_2 \lambda_2)}{r \lambda_1 - \text{cof. } m_2 \lambda_2}; \quad M = \frac{r(r \lambda_1 - \text{cof. } m_3 \lambda_3)}{r \lambda_1 - \text{cof. } m_2 \lambda_2};$$

$$N = \frac{r(\text{fin. } m_3 \lambda_3 - \text{fin. } m_2 \lambda_2)}{r \lambda_1 - \text{cof. } m_2 \lambda_2}; \quad P = \frac{r \text{ fin. } m_3 \lambda_3}{r \lambda_1 - \text{cof. } m_2 \lambda_2};$$

$$Q = \frac{r \text{ fin. } m_2 \lambda_2}{r \lambda_1 - \text{cof. } m_2 \lambda_2};$$

& les équations (4), (5), (6) & (7) deviendront

$$(8) \quad A \text{ cof. } G + C \text{ cof. } (G + a) + r \text{ cof. } (G + \beta) = 0,$$

$$(9) \quad r[r \text{ fin. } (G + a) - D \text{ fin. } G] - E \text{ fin. } G \text{ cot. } H_1 = 0,$$

$$(10) \quad r[r \text{ fin. } (G + \beta) - F \text{ fin. } G] - K \text{ fin. } G \text{ cot. } H_1 = 0,$$

$$(11) \quad [L \text{ cof. } G + M \text{ cof. } (G + a) - r \text{ cof. } (G + \beta)] \text{ cot. } H_1 \\ - r[N \text{ cof. } G - P \text{ cof. } (G + a) + Q \text{ cof. } (G + \beta)] = 0.$$

Je remarque que dans cette dernière équation, l'on peut éliminer  $\text{cof. } (G + \beta)$ , au moyen de l'équation (8); & l'on aura; en supposant,

$$R = L + A; \quad S = M + C;$$

$$T = N - \frac{AQ}{r}; \quad V = P + \frac{CQ}{r};$$

$$(12) \quad [R \text{ cof. } G + S \text{ cof. } (G + a)] \text{ cot. } H_1 - r[T \text{ cof. } G - V \text{ cof. } (G + a)] = 0.$$

(203.) J'observe maintenant que l'on peut avoir les valeurs suivantes de  $A, C, D, E, F, K, L, M, N, P, Q, R, S, T, V$ , plus simples que celles du §. 202,

$$A = \frac{r \text{ fin. } B_3 - r \text{ fin. } B_2}{\text{fin. } B_2 - \text{fin. } B_1}; \quad C = \frac{r \text{ fin. } B_1 - r \text{ fin. } B_3}{\text{fin. } B_2 - \text{fin. } B_1};$$

$$A + C + r = 0;$$

$$D = \frac{\lambda_2 \text{ cof. } m_2}{\lambda_1}; \quad E = \frac{\lambda_2 \text{ fin. } m_2}{\lambda_1};$$

$$F = \frac{\lambda_3 \text{ cof. } m_3}{\lambda_1}; \quad K = \frac{\lambda_3 \text{ fin. } m_3}{\lambda_1};$$

$$L = \frac{r(F - D)}{r - D}; \quad M = \frac{r(r - F)}{r - D};$$



$$N = \frac{r(K - E)}{r - D}; \quad P = \frac{rK}{r - D};$$

$$Q = \frac{rE}{r - D}; \quad N = P - Q;$$

$$R = \frac{r(F + A) + CD}{r - D}; \quad S = -\frac{r(F + A) + CD}{r - D};$$

$$R + S = 0; \quad T = \frac{rK + CE}{r - D};$$

$$V = \frac{rK + CE}{r - D}; \quad T = V.$$

Dans l'équation (12) du §. 202, on peut donc substituer  $V$  à  $T$ , &  $-S$  à  $R$ ; & cette équation devient

$$(1) (rV + S \cot. H_1) \times [\cos. (G + a) - \cos. G] = 0.$$

Chacun de ces facteurs résout la question; mais le facteur

$$\cos. (G + a) - \cos. G = 0,$$

est évidemment une solution particulière qui donne l'égalité entre les trois angles  $G$ ,  $G + a$ ,  $G + \beta$ ; & en effet, si dans l'équation (8) du §. 202, l'on substitue  $\cos. (G + a)$  à  $\cos. G$ ; l'on aura, à cause de  $A + C + r = 0$ ,  $\cos. (G + \beta) = \cos. (G + a)$ . Il n'y a donc que le facteur  $rV + S \cot. H_1 = 0$ , qui satisfasse généralement au Problème.

De l'équation  $rV + S \cot. H_1 = 0$ ; l'on tire

$$(2) \tan. H_1 = -\frac{rS}{V};$$

ou, en substituant à  $S$  & à  $V$ , leurs valeurs,

$$(3) \tan. H_1 = \frac{r^2 \lambda_1 (\sin. B_1 - \sin. B_2) + r \lambda_2 \cos. m_2 (\sin. B_1 - \sin. B_2) + r \lambda_3 \cos. m_3 (\sin. B_2 - \sin. B_1)}{\lambda_2 \sin. m_2 (\sin. B_1 - \sin. B_2) + \lambda_3 \sin. m_3 (\sin. B_2 - \sin. B_1)},$$

Cette équation combinée avec l'équation (11) du §. 197, fera d'abord connoître l'angle que nous avons nommé  $X$ ; c'est-à-dire, l'angle que fait la droite qui joint le centre du Soleil & le Pôle de rotation des horizons des taches, avec la Méridienne des taches.

(204.) Pour avoir les autres élémens du Problème, je combine les équations (8), (9) & (10) du §. 202, & j'ai, en supposant

$$\Omega = D + \frac{E \cot. H_1}{r};$$

$$\varepsilon = F + \frac{K \cot. H_1}{r};$$

$$(1) \left[ (A^2 - C^2 + r^2) r^2 + \left( \frac{\Omega^2 C^2}{r^2} - A^2 - \varepsilon^2 \right) \sin.^2 G \right]^2$$

$$- 4 A^2 r^2 (r^2 - \sin.^2 G) \times \left( r^2 - \frac{\varepsilon^2}{r^2} \sin.^2 G \right) = 0.$$

Cette équation fera connoître l'angle  $G$ , c'est-à-dire, l'angle de la tache avec le Méridien, lors de la première observation; l'équation (9) du §. 202, fera connoître l'angle  $G + a$ , c'est-à-dire, l'angle de la tache avec le Méridien, lors de la seconde observation; l'équation (8) fera connoître l'angle  $G + \beta$ , c'est-à-dire, l'angle de la tache avec le Méridien des taches, lors de la troisième observation. On déterminera enfin la distance de la tache à l'Équateur solaire, par le moyen de l'équation (2) du §. 183, & l'élévation de l'axe de rotation des taches sur l'horizon, par le moyen de l'équation (1) du §. 185.

(205.) L'on voit par-là que le Problème de la rotation des taches du Soleil, est résolu par une analyse fort simple. Je n'entreprendrai point de comparer cette solution nouvelle, à celles que l'on trouve dans les différens Traités d'Astronomie; je la crois aussi directe qu'aucune de celles que l'on a données. On pourra observer que je dois une partie de cette simplification, à l'attention que j'ai eue de rapporter tous les phénomènes à un horizon immobile, en affectant les observations, de tout ce qui résulte du changement d'horizon des taches, avant de les soumettre au calcul; cette opération, toujours facile, ainsi que je l'ai fait voir, est analogue à l'introduction de la

de la latitude corrigée au lieu de la latitude vraie, lors du calcul des éclipses.

Je remarquerai que la même méthode détermineroit la libration de la Lune ; & que l'on pourroit même déterminer les petites inégalités de sa rotation, dans le cas toutefois où l'on auroit des observations infiniment précises.

J'observerai en dernier lieu que dans le cas des taches du Soleil, la dernière de nos méthodes a l'avantage de se vérifier par les résultats même auxquels elle conduit. En effet, si l'on a bien observé & bien calculé les angles  $\alpha$ ,  $\beta$  ; ou, ce qui revient au même, les différences des angles  $G$ ,  $G + \alpha$ ,  $G + \beta$ , doivent être dans le rapport des temps.

## ARTICLE IX.

### *Application des principes détaillés dans cet Ouvrage, aux Éclipses de Lune.*

(206.) Quoique les éclipses de Lune ne soient pas aussi intéressantes que celles de Soleil, j'ai cru cependant que l'on verroit avec plaisir, l'application des principes détaillés dans mon Ouvrage, à ce genre de phénomènes. J'exposerai d'abord les formules analogues à celles des éclipses de Soleil ; je passerai ensuite aux phénomènes qui résultent, pour un observateur placé dans la Lune, de l'inflexion des rayons solaires qui traversent l'atmosphère de la Terre. Cette partie de mon travail mérite quelque attention.

## SECTION PREMIÈRE.

### *Principes du calcul des Éclipses de Lune.*

(207.) Pour déterminer les circonstances d'une éclipse de Lune, j'imagine, comme dans les éclipses de Soleil, que par le centre de la Lune, l'on fasse passer à chaque instant, perpendiculairement à l'écliptique, un plan que j'appelle *Plan de projection de l'ombre de la Terre*, & dont l'inter-

section avec l'écliptique soit perpendiculaire au prolongement de la ligne qui joint les centres du Soleil & de la Terre. Il est évident que l'ombre de la Terre se projettera sur ce plan, & qu'il ne s'agit, pour résoudre les Problèmes proposés, que d'y tracer la route de la Lune; ainsi donc, sur un plan quelconque, qui représente le plan de projection,

Fig. 14. je tire une droite  $AO$ , que je regarde comme l'intersection de ce plan avec l'écliptique; sur cette droite, je prends un point  $G$ , que je regarde comme l'intersection de ce plan avec le prolongement de la ligne qui joint les centres du Soleil & de la Terre, & qui est, par conséquent, le centre de l'ombre. Par le point  $G$ , j'élève à la droite  $AO$  une perpendiculaire  $GL$ , telle que le point  $L$  représente le lieu du centre de la Lune à l'instant de l'Opposition. Par le point  $L$ , je mène la droite  $LQ$ , projection de la petite portion de l'orbite relative de la Lune, parcourue pendant l'Éclipse. Il ne s'agit maintenant que de déterminer 1.<sup>o</sup> la distance  $GL$  du point  $L$ , lieu de la Lune lors de l'opposition, au point  $G$  centre de l'ombre; 2.<sup>o</sup> l'angle  $ALQ$  de l'orbite relative  $LQ$ , avec la droite  $AL$  parallèle à l'intersection  $AO$  du plan de projection & de l'écliptique; 3.<sup>o</sup> le chemin parcouru par la Lune, depuis le point  $L$ , dans son orbite.

(208.) Soit, comme dans les éclipses de Soleil,

$r$  le demi-petit axe de la Terre que je suppose d'ailleurs égal au rayon des Tables.

$\pi$  le sinus de la parallaxe horizontale polaire de la Lune, à l'instant pour lequel on calcule.

Il est évident, que si du point  $L$  l'on mène au centre  $T$  de la Terre, la droite  $LT$ , & du point  $G$ , la droite  $GT$ ; dans le triangle  $LTG$  rectangle en  $G$ , la droite  $LT$  sera la distance de la Lune au centre de la Terre, à l'instant de l'opposition; & l'angle  $LTG$  fera la latitude de la Lune, vue du centre de la Terre. On démontre en Astronomie,

que la distance  $LT$  de la Lune au centre de la Terre, a Fig. 14.

pour expression  $\frac{r^2}{\pi}$ ; de plus,  $GL:LT::\sin. GTL:\sin. total$ ;

& l'angle  $GTL =$  latitude de la Lune; donc

$$(1) GL = \frac{r \sin. (\text{latitude de la Lune au moment de l'opposition})}{\sin. (\text{parallaxe horizontale polaire})}.$$

Je nommerai  $l$  cette quantité.

(209.) Pour déterminer l'angle  $QLa$ , je remarque que le centre  $G$  de l'ombre a un mouvement en longitude, égal à celui du Soleil, & suivant l'ordre des signes; que par conséquent, pendant la durée de l'Éclipse, la Lune vue du centre de la Terre, s'éloigne du centre de l'ombre dans le sens de l'écliptique, d'un arc égal à la différence des mouvemens horaires de la Lune & du Soleil en longitude; c'est-à-dire, d'un arc égal au mouvement horaire composé en longitude; tandis qu'elle s'en éloigne, dans le sens du cercle de latitude, d'un arc égal à son mouvement horaire en latitude; & comme cette construction est absolument la même que pour les éclipses de Soleil, j'en conclus, que l'angle  $QLa$ , ou si l'on veut, l'inclinaison de l'orbite relative, se détermine par l'équation suivante:

(1) tangente de l'inclinaison de l'orbite relative

$$= \frac{r^2}{206265''} \times \frac{\text{mouv. hor. de la Lune en latitude évalué en secondes de degré}}{\sin. (\text{mouv. hor. de la Lune en long. — mouv. hor. du Soleil})}.$$

Je nommerai, comme dans les éclipses de Soleil,

$\left. \begin{array}{l} \text{le sinus} \\ \text{le cosinus} \end{array} \right\}$  de l'inclinaison de l'orbite relative.

(210.) Je conclus enfin, d'après les éclipses de Soleil, que comme aucune des constructions fondamentales n'a changé dans l'application des principes aux éclipses de Lune; si l'on nomme

$\xi$  le cosinus de la latitude de la Lune à l'instant de l'opposition,

" une quantité telle que l'on ait

$$n = \frac{r}{\downarrow} \xi \times \frac{\sin. (\text{mouv. hor. de la Lune en long. — mouv. hor. du Soleil})}{\sinus (\text{parallaxe horizontale polaire})};$$

Qq ij

Fig. 14.  $b$  le nombre de secondes horaires écoulées depuis l'opposition jusqu'à l'instant pour lequel on calcule ;

on aura pour expression du chemin  $LQ$ , parcouru par la Lune dans son orbite,

$$(1) LQ = \frac{b}{3600''} \times \eta.$$

(211.) Il est facile d'avoir maintenant, pour un instant quelconque, l'expression de la distance  $GQ$  du centre de la Lune au centre de l'ombre; en effet, si du point  $Q$  l'on abaisse sur  $GL$  la droite  $QM$ , & que l'on conserve les définitions

précédentes, on aura  $QM = LQ \times \frac{\downarrow}{r}$ ;  $LM = LQ \times \frac{\theta}{r}$ ;  $GQ = \sqrt{[QM^2 + (GL + LM)^2]}$ ; donc

$$(1) GQ = \sqrt{\left( \frac{b^2}{3600''^2} \eta^2 + \frac{2b}{3600''} \times \frac{\theta l}{r} \eta + l^2 \right)}.$$

(212.) Pour récapituler en peu de mots, ce qui vient d'être dit, soit

$r$  le demi-petit axe de la Terre, que je suppose égal au rayon des Tables,

$\theta$  le sinus  $\left\{ \begin{array}{l} \text{de l'inclinaison de l'orbite corrigée;} \\ \text{cette inclinaison se détermine par l'équation suivante,} \\ \downarrow \text{le cosinus} \left\{ \begin{array}{l} \text{tangente de l'inclinaison de l'orbite corrigée} \end{array} \right. \end{array} \right.$

$$= \frac{r^2}{206265''} \times \frac{\text{mouv. hor. } \odot \text{ en latit. évalué en secondes de degrés}}{\text{sin. (mouvem. hor. } \odot \text{ en long. — mouv. hor. } \odot)}$$

$\xi$  le cosinus de la latitude de la Lune,

$b$  le nombre de secondes horaires écoulées depuis l'opposition jusqu'à l'instant pour lequel on calcule,

$\pi$  le sinus de la parallaxe horizontale polaire de la Lune, à l'instant pour lequel on calcule,

$$l = r \times \frac{\text{sin. (latit. } \odot \text{ à l'instant de l'opposition vue du centre de la Terre)}}{\text{sin. (parallaxe horizontale polaire } \odot \text{ à l'instant de l'opposition)}}$$

$$\eta = \frac{r\xi}{\downarrow} \times \frac{\text{sin. (mouvem. horaire } \odot \text{ en longit. — mouvem. horaire du } \odot)}{\text{sin. (parallaxe horizontale polaire } \odot \text{ à l'instant de l'opposition)}}$$

$\lambda$  la distance du centre de la Lune au centre de l'ombre évaluée en parties telles que le demi-petit axe de la Terre en contient 100000;

on aura

$$(1) \lambda = \sqrt{\left( \frac{b^2}{3600''^2} \eta^2 + \frac{2b}{3600''} \times \frac{\theta l}{r} \eta + l^2 \right)}.$$

Dans l'usage de ces formules, on n'oubliera point que pour toutes les éclipses de Lune,  $r$ ,  $\downarrow$ ,  $\xi$ ,  $\pi$ ,  $\eta$ ,  $\lambda$  sont toujours des quantités positives. Il n'en est pas de même des quantités  $\theta$ ,  $b$ ,  $l$ .

$l$  est négatif lorsque la latitude de la Lune vue du centre de la Terre, est australe à l'instant de l'opposition,

$\theta$  est négatif lorsque l'Éclipse arrive dans le nœud descendant de la Lune,

$b$  est négatif lorsque l'instant pour lequel on calcule, précède l'instant de l'opposition.

## SECTION SECONDE.

### *Application des principes précédens, au calcul des Éclipses de Lune.*

(213.) Dans l'application des principes précédens au calcul des éclipses de Lune, j'appellerai

- le demi-diamètre horizontal de la Lune évalué en parties telles que le demi-petit axe de la Terre en contient 100000,
- le demi-grand axe de l'ombre de la Terre, pareillement évalué en parties du demi-petit axe terrestre,
- le demi-petit axe de l'ombre de la Terre, pareillement évalué en parties du demi-petit axe terrestre.

Nous verrons dans la suite quelles valeurs il convient de donner à ces quantités.

(214.) Au moyen des équations précédentes, on résoudra facilement toutes les questions que l'on peut se proposer relativement aux éclipses de Lune. Si l'on suppose, par exemple, que l'ombre de la Terre est circulaire, que par conséquent  $\sigma' = \sigma''$ , & que l'on cherche à quel instant commencera & finira l'Éclipse d'après des élémens connus; comme alors  $\lambda = \sigma + \sigma'$ , on aura à résoudre une équation de la forme suivante,

$$(1) \frac{b^2}{3600^2} \eta^2 + \frac{2b}{3600} \times \frac{\theta}{r} \eta + P - (\sigma + \sigma')^2 = 0;$$

d'où l'on tire

$$(2) \ b = \frac{3600''}{\eta} \left\{ - \frac{\theta l}{r} \pm \sqrt{(\sigma + \sigma')^2 - \frac{\psi^2 l^2}{r^2}} \right\}.$$

Si l'on cherche l'instant où l'immersion totale dans l'ombre, & l'émergence auront lieu, on aura à résoudre une équation de la forme suivante,

$$(3) \ \frac{b^2}{3600''^2} \eta^2 + \frac{2b}{3600''} \times \frac{\theta l}{r} \eta + l^2 - (\sigma' - \sigma)^2 = 0;$$

d'où l'on tire

$$(4) \ b = \frac{3600''}{\eta} \left\{ - \frac{\theta l}{r} \pm \sqrt{(\sigma' - \sigma)^2 - \frac{\psi^2 l^2}{r^2}} \right\}.$$

Si l'on cherche enfin à quel instant arrivera la plus-petite distance de la Lune au centre de l'ombre, & la valeur de cette plus petite distance; on différenciera l'équation (1) du §. 212, en regardant  $b$  &  $\lambda$  comme inconnus, & l'on aura

$$(5) \ b = - \frac{3600''}{\eta} \times \frac{\theta l}{r};$$

$$(6) \ \lambda = \pm \frac{\psi l}{r}.$$

Telles sont, à-peu-près, les questions que l'on peut se proposer, lorsque l'on connoît les élémens de l'Éclipse.

(215.) Si au contraire, d'après les observations de l'Éclipse, on vouloit déterminer les élémens de la Lune, c'est-à-dire, l'instant de l'opposition & la latitude de la Lune à cet instant; soient

$b$  le nombre inconnu de secondes horaires écoulées entre la première observation & l'opposition,

$a$  le nombre connu de secondes horaires écoulées entre la première & la seconde observation,

$\lambda$  la distance du centre de la Lune au centre de l'ombre, lors de la première observation, évaluée en parties telles que le demi-petit axe de la Terre en contient 100000,

$\lambda'$  la distance du centre de la Lune au centre de l'ombre, lors de la seconde observation, évaluée comme ci-dessus.

Il est évident que l'on aura pour la première observation, une équation de la forme suivante,



$$(1) \frac{b^2}{3600''^2} \eta^2 + \frac{2b}{3600''} \times \frac{\theta l}{r} \eta + l^2 - \lambda^2 = 0;$$

& pour la seconde observation,

$$(2) \frac{(b+a)^2}{3600''^2} \eta^2 + 2 \times \frac{(b+a)}{3600''} \times \frac{\theta l}{r} \eta + l'^2 - \lambda'^2 = 0;$$

d'où en supposant

$$(3) A = \frac{3600''}{a} \times \frac{(\lambda'^2 - \lambda^2)}{\eta} - \frac{a}{3600''} \eta;$$

l'on tire

$$(4) \sin. (\text{latit. de la Lune}) = \pm \frac{\pi}{\downarrow} \sqrt{(\lambda^2 - \frac{1}{4} A^2)},$$

$$(5) b = 3600'' (\frac{1}{2} A - \frac{\theta l}{r}).$$

Toutes les questions que l'on a coutume de se proposer, sont donc résolues.

### SECTION TROISIÈME.

*Détermination des valeurs du demi-diamètre de la Lune,  
& des axes de l'ombre de la Terre qu'il faut employer  
dans les formules.*

(216.) La valeur de  $\sigma$ , c'est-à-dire, du demi-diamètre de la Lune qu'il faut employer dans les formules, n'est pas difficile à déterminer. En effet, cette valeur est celle du demi-diamètre horizontal de la Lune évalué en parties, telles que le demi-petit axe de la Terre en contient 100000; or puisqu'il la parallaxe horizontale polaire de la Lune, n'est autre chose que l'angle sous lequel le demi-petit axe de la Terre seroit vu par un observateur qui seroit dans la Lune; il est évident que le rapport du demi-petit axe de la Terre au demi-diamètre de la Lune, est égal au rapport de la parallaxe horizontale de la Lune, au demi-diamètre de cet astre un jour quelconque de l'année. Prenons l'instant de l'Eclipsé du 1.<sup>er</sup> Avril 1764; on avoit alors; parallaxe horizontale

polaire de la Lune est au demi-diamètre de cette Planète, comme  $54' 1'',5$  est à  $14' 47'',1$ ; comme 32887 est à 9000. Donc  $\sigma = \frac{9000}{32887} \times 100000 = 27366$ . Cette quantité est constante pour toutes les Éclipses.

(217.) La détermination des axes de l'ombre de la Terre, présente plus de difficultés. J'observe d'abord que la section n'est pas circulaire; en effet, la Terre étant elliptique, l'ombre qu'elle projette n'est point un cercle. Pour déterminer l'espèce de cette courbe, je remarque que si, par le centre de la Terre, on fait passer un plan parallèle au plan de projection de l'ombre terrestre, l'intersection de ce plan avec le sphéroïde de la Terre, déterminera l'espèce de la courbe dont il s'agit, puisque c'est ce plan particulier qui intercepte les rayons du Soleil; nous le nommerons désormais *horizon absolu*. Par le centre de la Terre, menons le cercle de déclinaison du Soleil; c'est ce cercle que, dans les éclipses de Soleil, nous avons désigné sous le nom de *Méridien universel*. On démontre en Astronomie, que l'axe de la Terre est toujours dans ce plan, & qu'il fait avec l'horizon absolu un angle égal à la déclinaison du Soleil; de plus, il est aisé de sentir que la section elliptique de la Terre & de l'horizon absolu, a pour petit axe, le diamètre de la Terre intersection du Méridien universel & de l'horizon absolu, tandis que le grand axe de cette section est égal au grand axe de la Terre. Si donc l'on nomme

$\rho$  le demi-grand axe de la Terre,

$\rho'$  le demi-diamètre de la Terre, intersection du Méridien universel & de l'horizon absolu,

& que l'on suppose d'ailleurs que les axes de l'ombre de la Terre sur le plan de projection, sont entr'eux dans le rapport des axes de la section elliptique de l'horizon absolu & du sphéroïde de la Terre, on aura

$$(1) \sigma' : \sigma'' :: \rho : \rho'.$$

(218.)

(218.) Pour avoir égard au défaut de circularité de la section de l'ombre de la Terre, on a supposé que les différens diamètres de cette section, étoient proportionnels aux diamètres correspondans de la section elliptique de l'horizon absolu & du sphéroïde terrestre; ce qui donne à cette section la propriété d'être une ellipse; mais cette supposition n'est pas rigoureusement vraie. Soit, en effet, *S* le centre du Soleil, *Fig.* *T* le centre de la Terre, *ET* le demi-grand axe de la Terre, *T<sub>e</sub>* le demi-petit axe de la section elliptique de l'horizon absolu & du sphéroïde terrestre; *STmM* la droite qui joint les centres du Soleil & de la Terre; *TD* la distance du plan de projection au centre de la Terre. Il est évident que le cône de l'ombre projetée par le demi-grand axe *TE*, ne se terminera pas sur la droite *STmM*, au même point que le cône d'ombre projetée par le demi-petit axe *T<sub>e</sub>*; & si l'on conserve les dénominations précédentes de *r'*, *g*, *σ'*, *σ''*, l'on aura

$$\sigma' = g \left( 1 - \frac{TD}{MT} \right); \quad \sigma'' = r' \left( 1 - \frac{TD}{mT} \right).$$

Il faudroit donc pour que la supposition fût exacte, que *MT* égalât *mT*, ou que *TD* fut une quantité très-petite relativement à *MT*, *mT*. Cette dernière condition a lieu pour Jupiter. Au reste, comme il est nécessaire de connoître les différens diamètres de la section du sphéroïde terrestre, soit que l'on continue de regarder la section de l'ombre comme elliptique, soit que l'on parte de la véritable section de ombre, je vais m'occuper de ces recherches.

(219.) Pour déterminer la valeur de *r'*, je remarque que si l'on nomme

*p* le sinus } de la déclinaison du Soleil à l'instant de l'opposition;  
*q* le cosinus }

puisque *r'* est celui des demi-diamètres de la Terre qui fait avec le petit axe terrestre, un angle dont *p* est le sinus, & *q* est le cosinus; on aura (S. 130 de mon XI.<sup>e</sup> Mémoire), Année 1;

$$(1) \quad r' = \frac{r^2 g}{\sqrt{(p^2 q^2 + p^2 r^2)}}.$$

Si l'on vouloit former une Table de toutes les valeurs de *r'* pour toutes les déclinaisons du Soleil, on auroit

Mém. 1776.

Rr

Rapport des axes de la Terre comme 177 à 178. $p = 100365.$			Rapport des axes de la Terre comme 229 à 230. $p = 100438.$		
DÉCLINAIS. du SOLEIL.		$\frac{r^2 p}{\sqrt{(p^2 q^2 + p^2 r^2)}}$	DÉCLINAIS. du SOLEIL.		$\frac{r^2 p}{\sqrt{(p^2 q^2 + p^2 r^2)}}$
0 <sup>d</sup> 0'		100000	0 <sup>d</sup> 0'		100000
1. 0		100000	1. 0		100000
2. 0		100001	2. 0		100001
3. 0		100002	3. 0		100002
4. 0		100003	4. 0		100003
5. 0		100004	5. 0		100004
6. 0		100006	6. 0		100006
7. 0		100008	7. 0		100008
8. 0		100011	8. 0		100010
9. 0		100014	9. 0		100012
10. 0		100018	10. 0		100014
11. 0		100022	11. 0		100017
12. 0		100026	12. 0		100020
13. 0		100030	13. 0		100023
14. 0		100034	14. 0		100026
15. 0		100038	15. 0		100030
16. 0		100043	16. 0		100034
17. 0		100048	17. 0		100038
18. 0		100054	18. 0		100042
19. 0		100060	19. 0		100047
20. 0		100066	20. 0		100052
21. 0		100073	21. 0		100057
22. 0		100080	22. 0		100062
23. 0		100087	23. 0		100067
23. 2		100091	23. 28		100070

(220. Quant à la position du petit axe de l'ellipse sur le plan de horizon absolu, je remarque que l'angle de cet axe

avec la perpendiculaire  $GL$ , est égal à l'angle que forme sur le Fig. 14. plan de l'horizon absolu, l'intersection du Méridien universel, avec l'intersection du cercle de latitude de la Lune ; ou, si l'on veut, il est le complément de l'angle que fait le cercle de déclinaison du Soleil avec l'Écliptique. L'Astronomie nous apprend donc que si l'on nomme  $\chi$  une quantité telle que l'on ait

$$\chi = \sqrt{[\cos.^2 (\text{déclin. du Soleil}) - \cos.^2 (\text{obliquité de l'Écliptique})]},$$

on a

$$(1) \text{ sinus (angle du petit axe de l'ellipse avec la perpendiculaire } GL) = \chi.$$

La quantité  $\chi$  est positive depuis le solstice d'hiver jusqu'au solstice d'été ; elle est négative depuis le solstice d'été jusqu'au solstice d'hiver.

(221.) Pour déterminer maintenant la valeur d'un demi-diamètre quelconque de la section de l'horizon absolu & du sphéroïde terrestre, soit

$R$  un demi-diamètre quelconque de la section elliptique de la Terre ;

$u$  l'angle de ce demi-diamètre avec le demi-petit axe de la section ;

$p$  le demi-grand axe de la section & à la fois le demi-grand axe de la Terre ;

$r$  le demi-petit axe de la Terre, que je suppose égal au rayon des Tables ;

$r'$  le demi-petit axe de la section elliptique ;

& conservons d'ailleurs les définitions de  $p$  & de  $q$ .

Il suit du §. 130 de mon *XI.<sup>e</sup> Mémoire*, que

*Année 1774.*

$$R = \frac{r'p}{\sqrt{(p^2 \cos.^2 u + r'^2 \sin.^2 u)}} ;$$

mais (§. 219),

$$r' = \frac{r^2 p}{\sqrt{(p^2 q^2 + p^2 r^2)}} = \frac{r^2 p}{\sqrt{[r^4 + (p^2 - r^2)q^2]}}.$$

Rr ij

Donc

$$(1) R = \frac{r^3 \rho}{\sqrt{[r^6 + (\rho^2 - r^2) q^2 \cos^2 u]}}.$$

14. (222.) Si l'on vouloit rapporter l'angle du demi-diamètre de l'ombre, à la ligne  $GL$ , on auroit alors, en nommant

$u'$  l'angle du demi-diamètre de l'ombre avec la droite  $GL$ ,

$\chi$  l'angle dont le sinus a été déterminé par l'équation (1) du §. 220,

$$(1) u = u' - \chi,$$

& l'équation (1) du §. 221, deviendrait

$$(2) R = \frac{r^3 \rho}{\sqrt{[r^6 + (\rho^2 - r^2) q^2 \cos^2 (u' - \chi)]}}.$$

Dans l'usage de cette dernière formule, l'angle  $\chi$ , que l'on doit employer, est compris entre 0 degré & 90 degrés, depuis le solstice d'hiver jusqu'au solstice d'été; il est compris entre 270<sup>d</sup> & 360<sup>d</sup>, depuis le solstice d'été jusqu'au solstice d'hiver. Quant à l'angle  $u'$ , on doit le compter d'une manière continue, depuis 0<sup>d</sup> jusqu'à 360<sup>d</sup>, en partant du point  $L$ , que l'on supposera toujours dans la partie boréale de l'ombre, & en allant dans le sens du mouvement de la Lune.

Nous remarquerons enfin que si l'on continuoit de supposer que les différens diamètres de la section de l'ombre & du plan de projection, sont dans un rapport déterminé avec les diamètres correspondans de la section du sphéroïde, & que l'on nomme

$\sigma'''$  un demi-diamètre quelconque de la section de l'ombre,

$\frac{a}{b}$  un rapport que nous déterminerons,

on auroit

$$(3) \sigma''' = \frac{a}{b} R.$$

(223.) Si l'on vouloit comparer l'expression de l'angle  $u'$ , dont il vient d'être question, avec les résultats des paragraphes précédens, afin d'avoir le rapport de ces solutions, on verra facilement que cet angle  $u'$  a pour expression de sa tangente,

$$\text{Tang. } u' = \frac{r \times QM}{GL + LM} ;$$

Fig. 14.

mais (S. 208, 210 & 211),

$$QM = \frac{\downarrow}{r} \times LQ = \frac{b}{3600''} \times \frac{\downarrow n}{r} ;$$

$$GL = l ; LM = \frac{b}{3600''} \times \frac{\theta n}{r} .$$

Donc

$$(1) \text{ Tang. } u' = \frac{\frac{b}{3600''} \times \downarrow n}{\frac{b}{3600''} \times \frac{\theta n}{r} + l} .$$

On pourra donc, au moyen de cette formule, déterminer l'angle  $u'$  pour un instant quelconque ; & par conséquent, la valeur du demi-diamètre de la section elliptique du sphéroïde terrestre & de l'horizon absolu , qui se trouve dans la direction de la droite qui joint les centres de la Lune & de l'ombre terrestre.

#### SECTION QUATRIÈME.

*Remarques sur le calcul des Éclipses de Lune dans l'hypothèse de l'ombre elliptique.*

(224.) Dans cette section, je continuerai de m'occuper des éclipses de Lune, quoique j'aie spécialement en vue les éclipses des satellites de Jupiter. Comme ces deux théories sont absolument semblables, ce que nous dirons de l'un de ces phénomènes, s'applique rigoureusement à l'autre.

Si l'on vouloit calculer rigoureusement les immerfions, en partant de l'hypothèse de l'ombre elliptique, on feroit la réflexion suivante. L'ombre de la Terre étant elliptique, le contact de la Lune & de l'ombre ne se fait pas dans le diamètre qui passe par la ligne qui joint les centres de la Lune & de l'ombre ; mais dans le rayon osculateur qui n'est pas dirigé vers le centre de l'ombre. Soit  $EAFPe$  l'ombre elliptique de la Terre ;  $Ee$  le grand axe de cette ellipse ;  $GP$  le demi-

Fig. 16.

Fig. 16. petit axe;  $LQ$  l'orbite relative de la Lune;  $T$  le point où cette orbite est rencontrée par le prolongement du petit axe  $CP$ ;  $G$  le centre de l'ombre;  $Q$  le lieu de la Lune à un certain instant;  $F$  le point de contact de la Lune & de l'ombre;  $FG$  le demi-diamètre de l'ellipse passant par le point de contact;  $V$  le point où le petit axe est rencontré par le rayon osculateur  $FV$ ;  $S$  le point où le grand axe est rencontré par le rayon osculateur  $FV$ . Prolongeons le demi-diamètre  $GF$ , & du point  $Q$  abaissons sur le prolongement de ce demi-diamètre, la droite  $QH$ .

D'après ces constructions, il est évident que dans le triangle  $GQH$ , rectangle en  $H$ , on a  $GQ^2 = QH^2 + GH^2$ ; mais à cause du triangle  $FQH$  pareillement rectangle en  $H$ ,

on a  $QH = \frac{QF \times \sin. F}{\text{rayon}}$ ,  $FH = \frac{QF \times \cos. F}{\text{rayon}}$ ; donc

$$GQ^2 = QH^2 + (FG + FH)^2 = QF^2 + \frac{2FG \times QF \times \cos. F}{\text{rayon}} + FG^2.$$

D'ailleurs, dans le triangle  $QVT$ , on a  $QV : QT :: \sin. T : \sin. V$ ; de plus,  $QT = QL - TL$ . Donnons à toutes ces lignes & à tous ces angles, les expressions qu'ils doivent avoir.

(225.) Je vois d'abord, que dans le triangle  $QVT$ , l'angle  $QTV = 90^\circ +$  l'angle de l'orbite relative avec la perpendiculaire au Méridien universel. Comme pour la détermination de cet angle, les constructions sont absolument les mêmes que dans les éclipses de Soleil, si l'on conserve les définitions de  $\theta$ ,  $\psi$ ,  $q$  des paragraphes précédens, & que l'on nomme de plus

$\Omega$  le cosinus de l'obliquité de l'écliptique,

$$\chi = \sqrt{q^2 - \Omega^2},$$

$\omega$  le sinus } de l'angle de l'orbite relative avec la perpendiculaire au  
 $\varphi$  le cosinus } Méridien universel,

on aura  $\sin. QTV = \varphi$ . De plus, j'ai démontré, dans les *Mémoires précédens*, que

$$(1) \omega = \frac{\theta \Omega}{q} + \frac{\psi \chi}{q}.$$



On connoît donc la valeur de l'angle  $QTV$ , dont le Fig. 16.  
sinus  $\phi$  est positif dans toutes les éclipses de Lune.

(226.) Pour déterminer la valeur de  $QT$ , je remarque que  $QT = QL - TL$ ;  $QL$  est évidemment égal à  $\frac{b}{3600''} n$ , puisque c'est le chemin parcouru, pendant le temps  $b$ , par la Lune, depuis le point  $L$  de son orbite. Quant à  $TL$ , je vois qu'il a pour expression  $\frac{l\chi}{\phi}$ ; en effet (S. 208)  $GL = l$ ; l'angle  $TGL$  est l'angle dont nous avons appelé  $\chi$  le sinus; & l'angle  $GTL$  a  $\phi$  pour sinus; donc  $\phi : l :: \chi : TL$ ;

$$\text{donc} \quad TL = \frac{l\chi}{\phi};$$

$$\text{donc} \quad QT = \frac{b}{3600''} n - \frac{l\chi}{\phi}.$$

(227.) On pourroit aussi supposer à  $QT$  la valeur suivante,

$$(1) \quad QT = \frac{b}{3600''} n + \frac{\theta l}{r} - \frac{\psi l}{r} \times \frac{\omega}{\phi}.$$

En effet, si du point  $G$  centre de l'ombre, l'on abaisse sur l'orbite  $QL$ , la perpendiculaire  $GM$ , & que l'on conserve les définitions précédentes de  $\psi$ ,  $\theta$ ,  $\phi$ ,  $\omega$ , on aura évidemment

$$GM = \frac{\psi l}{r}; \quad LM = \frac{\theta l}{r};$$

$$TM = \frac{\psi l}{r} \times \frac{\omega}{\phi}; \quad TL = \frac{\psi l}{r} \times \frac{\omega}{\phi} - \frac{\theta l}{r};$$

& par conséquent

$$QT = LQ - TL = \frac{b}{3600''} n + \frac{\theta l}{r} - \frac{\psi l}{r} \times \frac{\omega}{\phi}.$$

(228.) Maintenant, dans le triangle  $QTV$ , on a  $QV : \sin. T :: QT : \sin. V$ ;  $QV$  est évidemment égal à  $QF + FV$ ;  $QF$  est égal au demi-diamètre de la Lune, &  $FV$  égale la

Fig. 16. partie de la normale, interceptée entre le point  $F$  & le petit axe de l'ombre elliptique. De plus, l'angle  $V$  égale l'angle de la normale avec le petit axe de l'ombre. Pour la facilité du calcul, introduisons dans les résultats, le demi-diamètre correspondant au point de contact; soit

$\sigma$  le demi-diamètre de la Lune;

$\sigma'$  le demi-grand axe de l'ombre,

$\sigma''$  le demi-petit axe,

$\sigma'''$  le demi-diamètre de l'ombre correspondant au point de contact.

Il suit de ce qui est démontré dans le §. 130 de mon *Année 1774. XI.<sup>e</sup> Mémoire*, que

$$\sin. V = \frac{r \sigma'' \sqrt{(\sigma'^2 - \sigma''^2)}}{\sqrt{(\sigma'^2 + \sigma''^2 - \sigma'''^2)} \times (\sigma'^2 - \sigma''^2)};$$

$$\cos. V = \frac{r \sigma' \sqrt{(\sigma'^2 - \sigma''^2)}}{\sqrt{(\sigma'^2 + \sigma''^2 - \sigma'''^2)} \times (\sigma'^2 - \sigma''^2)};$$

que dans le triangle  $SGF$ ,

$$\sin. G = \frac{r \sigma'' \sqrt{(\sigma'^2 - \sigma''^2)}}{\sigma''' \sqrt{(\sigma'^2 - \sigma''^2)}};$$

$$\cos. G = \frac{r \sigma' \sqrt{(\sigma'^2 - \sigma''^2)}}{\sigma''' \sqrt{(\sigma'^2 - \sigma''^2)}};$$

Donc puisqu'en vertu du §. 132 de mon *XI.<sup>e</sup> Mémoire*,

$$FV = \frac{\sigma'' \cos. G}{\sin. V};$$

on a

$$FV = \frac{\sigma'}{\sigma''} \sqrt{(\sigma'^2 + \sigma''^2 - \sigma'''^2)};$$

donc

$$QV = \sigma + \frac{\sigma'}{\sigma''} \sqrt{(\sigma'^2 + \sigma''^2 - \sigma'''^2)};$$

donc

$$QV \times \sin. V = \frac{r \sigma \sigma'' \sqrt{(\sigma'^2 - \sigma''^2)}}{\sqrt{(\sigma'^2 + \sigma''^2 - \sigma'''^2)} \times (\sigma'^2 - \sigma''^2)} + \frac{r \sigma' \sqrt{(\sigma'^2 - \sigma''^2)}}{(\sigma'^2 - \sigma''^2)};$$

donc

(1<sup>a</sup>)

$$(1) \frac{r \sigma \sigma'' \sqrt{(\sigma'''^2 - \sigma''^2)}}{\sqrt{(\sigma'^2 + \sigma''^2 - \sigma'''^2)} \times (\sigma'^2 - \sigma''^2)} + \frac{r \sigma' \sqrt{(\sigma'''^2 - \sigma''^2)}}{\sqrt{(\sigma'^2 - \sigma''^2)}} \\ - \phi \left( \frac{b}{3600''} \eta + \frac{\theta l}{r} \right) + \frac{\sqrt[3]{l^2} \omega}{r} = 0.$$

Considérons maintenant le triangle  $QGH$  rectangle en  $Fig. 16$ .  $H$ . Dans ce triangle on a, ainsi que nous l'avons remarqué (*S. 224*),

$$GQ^2 = QF^2 + FG^2 + \frac{2FG \times QF \times \text{cof. } HFQ}{\text{rayon}};$$

$GQ$  est la quantité que nous avons nommée  $\lambda$ ;  $QF = \sigma$ ;  $FG = \sigma'''$ ; l'angle  $HFQ$  est égal à l'angle  $SFG$ ; l'angle  $SFG = \text{ang. } ESF - \text{ang. } EGF$ ; l'angle  $ESF$  est le complément de l'angle  $V$ ; l'angle  $EGF$  est celui que nous avons nommé  $G$ ; donc

$$\text{cof. } HFQ = \frac{\sin. ESF \times \sin. EGF + \text{cof. } ESF \times \text{cof. } EGF}{\text{rayon}} \\ = \frac{\text{cof. } V \times \sin. G + \sin. V \text{ cof. } G}{\text{rayon}} \\ = \frac{r \sigma' \sigma''}{\sigma''' \sqrt{(\sigma'^2 + \sigma''^2 - \sigma'''^2)}};$$

donc

$$\frac{2FG \times QF \times \text{cof. } HFQ}{\text{rayon}} = \frac{2\sigma \sigma' \sigma''}{\sqrt{(\sigma'^2 + \sigma''^2 - \sigma'''^2)}};$$

donc

$$(2) \lambda^2 = \sigma^2 + \sigma'''^2 + \frac{2\sigma \sigma' \sigma''}{\sqrt{(\sigma'^2 + \sigma''^2 - \sigma'''^2)}};$$

mais (*S. 212, équation 1*),

$$\lambda^2 = \left( \frac{b}{3600''} \eta + \frac{\theta l}{r} \right)^2 + \frac{\sqrt[3]{l^2}}{r^2};$$

donc

$$(3) \left( \frac{b}{3600''} \eta + \frac{\theta l}{r} \right)^2 + \frac{\sqrt[3]{l^2}}{r^2} - \sigma^2 - \sigma'''^2 \\ - \frac{2\sigma \sigma' \sigma''}{\sqrt{(\sigma'^2 + \sigma''^2 - \sigma'''^2)}} = 0.$$

Si l'on porte dans l'équation (1) la valeur de  $\frac{b}{3600''} \eta + \frac{\theta l}{r}$ ,

tirée de l'équation (3), on aura

$$\begin{aligned} (4) \quad & \left[ \left( \frac{\frac{1}{2} l \omega}{r} + \frac{r \sigma' \sqrt{(\sigma''^2 - \sigma'''^2)}}{\sqrt{(\sigma'^2 - \sigma''^2)}} \right) \times \sqrt{(\sigma'^2 + \sigma''^2 - \sigma'''^2)} \right. \\ & \left. + \frac{r \sigma \sigma'' \sqrt{(\sigma''^2 - \sigma'''^2)}}{\sqrt{(\sigma'^2 - \sigma''^2)}} \right]^2 - \phi^2 \sqrt{(\sigma'^2 + \sigma''^2 - \sigma'''^2)} \\ & \times \left[ (\sigma^2 + \sigma'''^2 - \frac{\frac{1}{2} l^2}{r^2}) \times \sqrt{(\sigma'^2 + \sigma''^2 - \sigma'''^2)} \right. \\ & \left. - 2 \sigma \sigma' \sigma'' \right] = 0. \end{aligned}$$

Cette équation a rigoureusement lieu, lors des contacts, dans l'hypothèse elliptique.

(229.) On voit par-là que la détermination rigoureuse des contacts, dans l'hypothèse de l'ombre elliptique, n'est pas aussi simple que dans l'hypothèse circulaire. Il faut d'abord résoudre l'équation (4) du §. 228, pour déterminer le demi-diamètre correspondant au point de contact; on déterminera ensuite l'instant du contact, par l'équation (1). Je suis fort éloigné de proposer de pareils calculs pour les éclipses de Lune; je ne me suis même étendu sur ce sujet, qu'à cause des éclipses des satellites de Jupiter, dont la théorie est absolument la même que celle des éclipses de Lune. Quant aux éclipses de Lune, si l'on vouloit calculer les élémens d'après les contacts (ce qui me paroît devoir conduire à des résultats très-incertains), on pourra se contenter de calculer les angles  $u'$ , au moyen de l'équation (1) du §. 223, en employant les élémens des Tables pour cette première détermination. On calculera ensuite les valeurs de  $\sigma'''$  correspondantes à ces angles, par les équations (2) & (6) des §. 222 & 231, & l'on supposera dans les équations du §. 215,

$$\lambda = \sigma''' \pm \sigma,$$

$$\lambda' = \sigma''' \pm \sigma;$$

suivant que l'on emploiera des commencemens ou des fins d'éclipses, des immersions totales dans l'ombre ou des émer-sions de l'ombre.

Quand même pour les satellites de Jupiter, l'approximation précédente paroîtroit suffisante dans la pratique, on ne pourroit

pourtant pas dire que l'on a rigoureusement calculé dans l'hypothèse de l'ombre elliptique, tant que l'on n'aura pas fait entrer dans la solution, la considération de la normale dans laquelle se fait le contact. Au reste, l'approximation dont nous venons de parler, seroit même utile pour Jupiter; on trouveroit par-là une valeur de  $\sigma'''$ , peu différente de celle qui rendroit nulle l'équation (4) du §. 228. Un tâtonnement facile seroit donc trouver tout d'un coup la véritable valeur de  $\sigma'''$ .

## SECTION CINQUIÈME.

*Détermination de la section de l'ombre de la Terre, en faisant abstraction de l'atmosphère de cette Planète.*

(230.) Je dois déterminer maintenant l'équation à la section de l'ombre de la Terre. Je ferai d'abord abstraction de l'atmosphère de notre Planète; j'examinerai ensuite les changemens que l'atmosphère de la Terre apporte à ces déterminations, & les phénomènes qui résultent de cette atmosphère, pour un observateur supposé dans la Lune.

(231.) Pour déterminer l'équation à la section de l'ombre de la Terre par le plan de projection, je reprends les constructions du §. 218. Soit

Fig. 15.

$\rho$  le demi-grand axe de la section elliptique du sphéroïde terrestre & de l'horizon absolu,

$R$  un demi-diamètre quelconque de la section du sphéroïde,

$\sigma'$  le demi-grand axe de la section de l'ombre de la Terre,

$\sigma'''$  le demi-diamètre de la section de l'ombre, correspondant au demi-diamètre  $R$  de la section du sphéroïde.

Nous avons vu que si l'on suppose que  $TE$  représente le demi-grand axe de la Terre,  $T_e$  le demi-diamètre  $R$  du sphéroïde terrestre, & que l'on conserve toutes les constructions de ce paragraphe, on a

$$(1) \sigma' = \rho - \frac{\rho \times TD}{MT},$$

$$(2) \sigma''' = R - \frac{R \times TD}{MT}.$$

Sf ij

Fig. 15. Je remarque d'abord, qu'à cause des triangles semblables  $MTE$ ,  $MSs$ ,  $mT\epsilon$ ,  $mSs'$ ; on a  $MT:TE::MS:Ss$ ,  $mT:T\epsilon::mS:Ss'$ ; mais  $Ss = Ss'$ , puisque chacune de ces quantités représente le demi-diamètre du Soleil; de plus, à cause de la grande distance du Soleil,  $MS = mS$ ; donc

$MT:TE::mT:T\epsilon$ ; donc  $\frac{\rho}{MT} = \frac{R}{mT}$ . D'ailleurs,

puisque  $\frac{TE}{MT} = \frac{Ss}{MS}$ , on a  $\frac{\rho}{MT} = \frac{Ss}{MS}$ ; mais si par le point  $E$ , l'on mène la parallèle  $Es''$  à la droite  $STM$ ,

l'on aura  $\frac{Ss}{MS} = \frac{s''s}{Es''} = \frac{s''s}{TS}$ ; donc

$$(3) \sigma' = \rho - TD \times \frac{s''s}{TS},$$

$$(4) \sigma''' = R - TD \times \frac{s''s}{TS}.$$

L'équation à la section de l'ombre a donc la propriété que ses différens demi-diamètres sont égaux aux demi-diamètres correspondans de la section elliptique du sphéroïde terrestre & de l'horizon absolu, moins une quantité constante; donc en général si l'on nomme

$\beta$  une quantité telle que l'on ait

$$(5) \beta = TD \times \frac{s''s}{TS};$$

on aura

$$(6) \sigma''' = R - \beta.$$

(232.) Puisque  $\sigma''' = R - \beta$ , l'équation à la section de l'ombre n'est dans aucun cas rigoureusement une ellipse; si cependant la quantité  $\beta$  étoit si petite relativement à  $R$ , qu'il fut indifférent de la multiplier par  $\frac{R}{\rho}$ , on auroit alors

$$(1) \sigma''' = R \left(1 - \frac{\beta}{\rho}\right);$$

& les demi-diamètres de la section de l'ombre seroient proportionnels aux demi-diamètres de la section du sphéroïde & de l'horizon absolu. C'est ce qui a lieu pour Jupiter, du moins pour les satellites les plus voisins de la Planète.

Quant à la Terre, la proportion des demi-diamètres de la section de l'ombre aux demi-diamètres de la section du sphéroïde & de l'horizon absolu, n'a pas lieu; il faut donc, géométriquement parlant, avoir recours à l'équation (6) du §. 231.

(233.) Quoique géométriquement parlant, la section de l'ombre de la Terre ne soit point elliptique, on peut cependant, sans erreur sensible, supposer que c'est une ellipse; mais une ellipse dont les demi-diamètres ne sont point proportionnels aux demi-diamètres correspondans de la section du sphéroïde terrestre avec l'horizon absolu. En effet, si l'on conserve toutes les définitions précédentes; que l'on reprenne la valeur de  $R$  du §. 222, & que l'on substitue  $\epsilon^2$  à  $\varrho^2 - r^2$ , l'expression de  $R$  de ce *paragraphe*, deviendra

$$(1) \quad R = \frac{r^3 \rho}{\sqrt{[r^6 + \epsilon^2 q^2 \cos.^2(u' - \chi)]}}.$$

Réduisons cette expression en série, & l'on aura

$$(2) \quad R = \varrho - \frac{1}{2} \varrho \frac{\epsilon^2 q^2 \cos.^2(u' - \chi)}{r^6};$$

équation approchée à l'ellipse. Mais par la supposition,

$$\sigma''' = R - \beta = \varrho - \beta - \frac{1}{2} \varrho \frac{\epsilon^2 q^2 \cos.^2(u' - \chi)}{r^6}.$$

Cette équation a la même forme que l'équation (2), & par conséquent diffère peu d'une équation à l'ellipse, lorsque  $\varrho$  est notablement plus grand que  $\beta$ .

On voit par-là que si l'on conserve les définitions de  $\varrho$ ,  $r'$ ,  $\beta$  des *paragrapes précédens*, la section de l'ombre de la Terre diffère peu d'être une ellipse, dont les demi-axes  $\sigma'$ ,  $\sigma''$  ont pour expressions

$$\sigma' = \varrho - \beta, \quad \sigma'' = r' - \beta.$$

Ce que nous avons dit sur le calcul des Éclipses, dans l'hypothèse de l'ombre elliptique, peut donc s'appliquer à la Terre.

(234.) Il est facile d'avoir l'expression de  $\beta$  en élémens

Fig. 15. de l'éclipse; nous avons vu en effet que  $\beta = TD \times \frac{s''}{TS}$ .

$TD$  est la distance de la Lune au centre du Soleil;  $TS$  est la distance du Soleil à la Terre, &  $s''$  est la différence des demi-diamètres du Soleil & de la Terre; on a donc

$$TD = \frac{r^2}{\sin. (\text{parallaxe horizontale polaire de la Lune})};$$

$$TS = \frac{r^2}{\sin. (\text{parallaxe horizontale du Soleil})};$$

$$s'' = \sin. (\text{demi-diam. du Soleil} - \text{parall. horiz. du Soleil});$$

donc,

$$(1) \beta = \frac{\sin. (\text{parall. horiz. } \odot) \times \sin. (\text{demi-diam. } \odot - \text{parall. horiz. } \odot)}{\sin. (\text{parallaxe horizontale polaire de la Lune})}.$$

Nous avons dit (§. 232) que pour les Satellites de Jupiter, on pouvoit supposer  $\sigma''' = R (1 - \frac{\beta}{p})$ ; on peut donc maintenant avoir la valeur  $\frac{a}{b}$  du §. 222, dans le cas

où l'on supposeroit les demi-diamètres de la section de l'ombre proportionnels aux demi-diamètres correspondans de la section du sphéroïde terrestre & de l'horizon absolu.

$$\text{On a en effet } \frac{a}{b} = 1 - \frac{\beta}{p}.$$

*De la distance du sommet du cône d'ombre au centre de la Terre; & des questions qui en dépendent.*

(235.) Il est facile de déterminer la distance  $TM$  du centre  $T$  de la Terre, au sommet  $M$  du cône d'ombre. Comme, relativement aux recherches suivantes, il est superflu de mettre une très-grande exactitude dans les résultats, je ferai abstraction de l'ellipticité des Méridiens terrestres.

Soit  $S$  le centre du Soleil;  $Ss$  le demi-diamètre de cet Astre;  $T$  le centre de la Terre;  $TE$  le demi-diamètre de cette Planète;  $STM$  la droite qui joint les centres du Soleil & de la Terre. Il faut calculer la distance  $TM$  du centre  $T$  de



la Terre, au point  $M$  où le rayon  $SE$  vient couper la droite  $STM$ . Pour y parvenir, par le point  $E$ , menons le parallèle  $Es''$  à la droite  $MTS$ ; à cause des triangles semblables  $ss''E$ ,  $ETM$ , on aura  $ss'' : Es'' :: ET : TM$ ; donc  $TM = \frac{TE \times Es''}{ss''}$ .

D'après nos constructions,  $ss''$  égale le demi-diamètre du Soleil, moins le demi-diamètre de la Terre;  $TE$  = demi-diamètre de la Terre;  $Es''$  = distance de la Terre au Soleil. De plus, on démontre en Astronomie, que le demi-diamètre de la Terre est au demi-diamètre du Soleil, comme le sinus de la parallaxe du Soleil, un jour quelconque de l'année, est au sinus du demi-diamètre correspondant du Soleil. D'ailleurs, la distance du Soleil à la Terre, a pour expression, le carré du demi-diamètre de la Terre, divisé par le sinus de la parallaxe du Soleil; on a donc

$$(1) \quad TM = \frac{r^2}{\sin. (\text{demi-diam. Soleil} - \text{parall. hor. Soleil})}.$$

(236.) On a pensé, que dans les éclipses de Lune, il falloit tant soit peu augmenter le demi-diamètre de la Terre, à cause de l'atmosphère de notre globe, qui fait ombre sur la Lune. Dans ce cas, on supposera que le petit axe de la Terre =  $r + dr$ ; & l'équation (1) du §. précédent, deviendra

$$(1) \quad TM = \frac{r(r + dr)}{\sin. (\text{demi-diam. du Soleil} - \text{parallaxe horiz. du Soleil})}.$$

En effet, puisque  $TM = \frac{TE \times Es''}{ss''}$ ; si l'on suppose que le demi-diamètre  $TE$  qui fait ombre, au lieu d'être égal à  $r$  soit égal à  $r + dr$ , on aura  $TM = (r + dr) \times \frac{Es''}{ss''}$ . Par la même raison,  $ss''$  fera égal à demi-diam. du Soleil  $- r - dr$ . Quant à la valeur de  $Es''$  elle ne variera pas, puisque notre supposition n'influe pas sur la distance du Soleil à la Terre. On aura donc

$$TM = \frac{r^2 (r + dr)}{\sin. (\text{parall. horiz. du Soleil}) \times (\text{demi-diam. du Soleil} - r - dr)}.$$

Mais dans le dénominateur de la fraction,  $\sin. (\text{parall. hor. } \odot) \times dr$ , est une quantité infiniment petite; & de plus, ainsi qu'il a été remarqué (§. 235).

$r \times \sin. (\text{demi-diam. } \odot - \text{par. hor. } \odot) = \sin. (\text{par. hor. } \odot) \times (\text{demi-diam. } \odot - r)$ ; l'équation (1) du présent paragraphe, est donc démontrée.

Fig. 17. (237.) Si l'on suppose la Lune en  $L$ , que  $Ll$  représente le plan passant par la Lune; l'on aura la proportion suivante,

$$TM : TE :: ML : Ll; \text{ donc } Ll = \frac{TE \times ML}{TM}; \text{ de plus,}$$

$$ML = TM - TL; \text{ donc } Ll = TE - \frac{TE \times TL}{TM};$$

$TL$  est la distance de la Lune à la Terre, & a pour expression  $\frac{r^2}{\sin. (\text{par. hor. pol. } \odot)}$ ;  $TE = r + dr$ ; de plus, nous connoissons  $TM$ ; donc

$$(1) \quad Ll = r + dr - \frac{r \sin. (\text{demi-diam. du } \odot - \text{parall. horiz. } \odot)}{\sin. (\text{parallaxe horizontale polaire } \odot)}.$$

(238.) Supposons maintenant, que de l'autre extrémité  $s'$  du diamètre du Soleil, l'on mène le rayon  $s'E\lambda$  tangent à la Terre au point  $E$ , & que l'on veuille chercher le diamètre  $\lambda l$  de la zone interceptée sur le plan de projection, entre les droites  $sElM$ ,  $s'E\lambda$ ; il est d'abord évident, que si l'on prolonge la droite  $s''E$  jusqu'à ce qu'elle rencontre la droite  $\lambda l$  en  $l'$ ;  $ll'$  sera égal à  $TE - Ll$ ; & par conséquent,

$$ll' = \frac{r \sin. (\text{demi-diamètre du Soleil} - \text{parallaxe horizontale du Soleil})}{\sin. (\text{parallaxe horizontale polaire de la Lune})}.$$

À cause des triangles semblables  $s''E s'$ ,  $\lambda El'$ , on aura

$$Es'' : s'' s' :: El' : \lambda l'; \text{ donc } \lambda l' = \frac{s'' s' \times El'}{E s''}; \quad El' = TL,$$

$$\& \text{ par conséquent, } \frac{El'}{E s''} = \frac{\sin. (\text{parall. hor. } \odot)}{\sin. (\text{par. hor. pol. } \odot)}.$$

On démontre facilement que

$$s'' s' : TE :: \text{demi-diamètre du Soleil} + r + dr : r + dr;$$

d'ailleurs,  $TE = r + dr$ ; donc,

$$\lambda l'$$

$$\lambda I = \frac{(\text{demi-diam. du Soleil} + r + dr) \sin. (\text{parallaxe horizontale du Soleil})}{\sin. (\text{parallaxe horizontale polaire de la Lune})}.$$

Mais on peut négliger, sans erreur sensible, le produit  $dr \times \sin. (\text{parallaxe horizontale du Soleil})$ .

De plus,

$$\begin{aligned} & (\text{demi-diamètre du Soleil} + r) \times \sin. (\text{parall. horizontale du Soleil}) \\ &= r \times \sin. (\text{demi-diamètre du Soleil} + \text{parallaxe horizontale du Soleil}); \\ & \text{donc} \end{aligned}$$

$$\lambda I' = \frac{r \sin. (\text{demi-diamètre du Soleil} + \text{parallaxe horizontale du Soleil})}{\sin. (\text{parallaxe horizontale polaire de la Lune})}.$$

Donc enfin

$$\lambda I = \frac{r \sin. (\text{demi-diam. } \odot + \text{par. hor. } \odot) + r \sin. (\text{demi-diam. } \odot - \text{par. hor. } \odot)}{\sin. (\text{parallaxe horizontale polaire de la Lune})};$$

Mais, puisque l'on peut supposer  $\cos. (\text{parall. horiz. du Soleil}) = r$ ;  
 $\sin. (\text{demi-diamètre du Soleil} + \text{parallaxe horizontale du Soleil})$   
 $+ \sin. (\text{demi-diamètre du Soleil} - \text{parallaxe horizontale du Soleil})$   
 $= 2 \sin. (\text{demi-diamètre du Soleil}),$

donc

$$(1) \lambda I = \frac{2 r \sin. (\text{demi-diamètre du Soleil})}{\sin. (\text{parallaxe horizontale polaire de la Lune})}.$$

La quantité  $dr$ , dont nous avons dit qu'il faut augmenter le demi-diamètre de la Terre, doit également s'ajouter aux différens demi-diamètres de la section elliptique de l'ombre. Cette quantité qu'il faut soustraire de la valeur de  $\beta$  du §. 234, trouble encore la proportion entre les demi-diamètres de l'ombre & les demi-diamètres correspondans de la section du sphéroïde avec l'horizon absolu. Au reste, les Astronomes ne sont point d'accord sur la quantité précise de cette augmentation, qui est dûe à l'ombre de l'atmosphère. M. Mayer pensoit que cette augmentation est d'un soixantième du demi-diamètre de la Terre; d'autres Astronomes l'ont supposée plus grande, d'autres plus petite. Cette différence de sentimens annonce beaucoup d'incertitude; aussi voit-on dans les éclipses de Lune, que l'ombre de la Terre est très-mal terminée.

Mém. 1776.

T t

(239.) Je remarque en finissant, que tous les points situés entre  $L$  &  $I$  sont entièrement privés du Soleil : ces points sont dans une obscurité totale. Quant aux points situés entre  $I$  &  $\lambda$ , ils voient une partie d'autant plus grande du disque du Soleil, qu'ils sont situés plus près de  $\lambda$ ; mais comme la moindre portion du Soleil suffit pour éclairer d'une manière très-vive, la diminution de la lumière n'est sensible que pour les points voisins de  $I$ ; c'est le lieu de la pénombre. Je remarque ensuite, que si, par le point  $s'$  du limbe du Soleil, & par le point  $\epsilon$  de la Terre, l'on mène la droite  $s'\epsilon Mm'$ , ainsi que nous avons mené précédemment la droite  $sEMm$ ; que par le point  $s$  du limbe du Soleil, & par le point  $\epsilon$  de la Terre, l'on mène la droite  $s\epsilon b'$ ; que par les points  $s'$  &  $E$ , l'on mène la droite  $s'E\theta$ ; & que nous désignons par  $A$ , l'espace compris depuis le point  $M$ , entre le prolongement  $m'M$ ,  $mM$  des droites  $sEM$ ,  $s'\epsilon M$ ; par  $B$ , l'espace  $mM\epsilon b'$ ; par  $C$ , l'espace  $m'ME\theta$ ; tous les points compris dans l'espace  $A$ , voient la Terre projetée sur le Soleil, ainsi que nous voyons Mercure & Vénus lors de leurs passages sur le disque de cet Astre. Les points compris dans les espaces  $B$ ,  $C$ , voient le disque du Soleil entamé par la Terre. Par de-là les lignes  $s\epsilon b'$ ,  $s'E\theta$ , il n'y a plus d'Éclipse. Je remarque enfin, que les résultats précédens, dépendent de la distance de la Terre au Soleil, & de la distance de la Lune à la Terre.

Passons à l'examen des changemens que l'atmosphère de la Terre apporte dans ces résultats; & des phénomènes qui en dépendent.

#### SECTION SIXIÈME.

*Des changemens que l'atmosphère de la Terre apporte dans les résultats précédens; & des phénomènes occasionnés par cette atmosphère, pour un Observateur supposé dans la Lune.*

(240.) Je dois examiner maintenant les changemens que l'atmosphère de la Terre apporte dans les résultats précédens,

ainsi que les phénomènes qui résultent de cette atmosphère, pour un observateur supposé dans la Lune. Cet examen m'a conduit à des conclusions singulières, & m'a donné la solution très-naturelle de la raison physique qui empêche la Lune de disparaître, lorsqu'elle semble entièrement plongée dans l'ombre de la Terre. Comme cette solution demande quelques discussions préliminaires sur la trajectoire du rayon lumineux dans l'atmosphère de la Terre; voici en peu de mots l'analyse de cette courbe.

*Des propriétés de la trajectoire du rayon lumineux dans l'atmosphère de la Terre.*

(241.) Les Astronomes sont d'accord que la trajectoire du rayon lumineux dans l'atmosphère de la Terre, celle en un mot qui satisfait aux phénomènes observés, peut être considérée comme produite par l'action d'une force constante qui seroit au centre de la Terre. Je ne donnerai point la démonstration de ce principe, auquel on a été amené par l'expérience. Il s'agit de faire voir comment on déduit de ce principe, toutes les propriétés de la trajectoire du rayon lumineux.

(242.) Pour déterminer les propriétés de la courbe en question, soit

- $R$  le rayon vecteur de la trajectoire du rayon lumineux,
- $\alpha$  l'angle de la tangente d'un point quelconque de la trajectoire avec le rayon vecteur correspondant,
- $\alpha$  l'angle traversé; c'est-à-dire, l'angle des différens rayons vecteurs, avec le rayon vecteur particulier d'où l'on compte les angles traversés,
- $r$  le rayon du cercle sur lequel les angles traversés sont comptés.
- $P$  la perpendiculaire abaissée du centre de la Terre, sur les différentes tangentes de la trajectoire,
- $\tau$  l'angle des différentes tangentes, avec la tangente correspondante au premier rayon vecteur,
- $v$  la vitesse suivant la tangente, aux différens points de la trajectoire,
- $f$  la force centrale, celle qui détourne le rayon lumineux de la ligne droite, & qui l'infléchit vers le centre de la Terre; cette force s'estime par la quantité de chemin qu'elle fait parcourir pendant un temps donné.

On démontre en Mécanique, que la vitesse à chaque point d'une trajectoire, est en raison inverse de la perpendiculaire abaissée du centre des forces sur la tangente; on a donc

$$(1) \quad vP = \text{constante.}$$

Maintenant, si l'on différencie cette équation, on aura

$$(2) \quad v dP + P dv = 0.$$

On démontre en Géométrie, que dans toute courbe, le rayon vecteur est à la perpendiculaire abaissée sur la tangente, comme le sinus total est au sinus de l'angle de la tangente avec le rayon vecteur; donc

$$(3) \quad P = \frac{R \sin. x}{r} = 0,$$

$$(4) \quad dP = \frac{\sin. x dR}{r} + \frac{R d \sin. x}{r};$$

& l'équation (2) devient

$$(5) \quad v \sin. x dR + v R d \sin. x + R \sin. x dv = 0.$$

On démontre encore en Géométrie, que dans une courbe quelconque, on a généralement l'équation suivante,

$$(6) \quad dx = du + \frac{Rr}{\cos. x} \times d\left(\frac{\sin. x}{R}\right);$$

ou, ce qui revient au même,

$$(7) \quad dx = du + \frac{r}{\cos. x} \left( d \sin. x - \frac{\sin. x dR}{R} \right).$$

De cette dernière équation, l'on tire

$$(8) \quad \frac{R \cos. x}{r} (du - dx) + R d \sin. x - \sin. x dR = 0.$$

Si l'on substitue dans l'équation (5), la valeur de  $\sin. x dR$  tirée de l'équation précédente, & que l'on divise par  $R$ , l'on aura

$$(9) \quad 2v d \sin. x + \frac{\cos. x}{r} v (du - dx) + \sin. x dv = 0.$$

Mais  $d \sin. x = \frac{\cos. x dx}{r}$ ; & l'équation (9) devient

$$(10) \quad \frac{\cos. x}{r} v (du + dx) + \sin. x dv = 0.$$

Dans toutes les courbes, on a généralement,

$$\sin. x = \frac{R du}{d(\text{arc de la courbe})},$$

$$\cos. x = \frac{r dR}{d(\text{arc de la courbe})};$$

l'équation (10) devient donc

$$(11) \quad \frac{v dR}{R} (du + dx) + du dv = 0.$$

On démontre en Mécanique, que dans toute trajectoire décrite en vertu d'une force centrale, on a

$$(12) \quad v dv + f dR = 0;$$

si l'on substitue dans l'équation (11), la valeur de  $dR$  tirée de l'équation précédente, elle deviendra

$$(13) \quad \frac{v^2}{fR} (du + dx) - du = 0.$$

Maintenant, si  $T$  représente le centre de la Terre;  $M$  le Fig. 18.  
sommet de la trajectoire;  $Mm$  la tangente au point  $M$ , tangente que je suppose perpendiculaire au rayon  $TM$ ;  $K$  un autre point de la trajectoire;  $TK$  le rayon vecteur au point  $K$ ;  $EKB$  la tangente au point  $K$ ;  $E$  le point où cette tangente rencontre la tangente  $Mm$ ;  $KEm$  l'angle de la seconde tangente avec la première (c'est l'angle que nous avons nommé  $z$ ); il est évident que l'angle  $BKR$  est égal aux angles  $KER + ERK$ ; mais  $KER = z$ ;  $ERK = 90^\circ - u$ ;  $BKR = x$ ; donc  $x = z + 90^\circ - u$ ; donc  $x + u = z + 90^\circ$ ; donc enfin

$$(14) \quad dx + du = dz.$$

Si l'on substitue cette valeur dans l'équation (13), elle deviendra

$$(15) \quad \frac{v^2}{fR} dz - du = 0;$$

& cette relation entre l'angle traversé  $u$ , & l'angle des différentes tangentes avec une certaine première tangente donnée

334 MÉMOIRES DE L'ACADÉMIE ROYALE  
de position, a lieu dans toutes les trajectoires décrites en  
vertu d'une force centrale.

(243.) De cette dernière propriété commune à toutes les  
trajectoires, on a conclu que si l'on nomme

$a$  une quantité constante, déduite des observations ;

on avoit pour équation à la trajectoire du rayon lumineux,  
dans notre atmosphère,

$$(1) \quad u - az = 0.$$

Il est cependant aisé de voir que, pour que cette propriété  
eût lieu, il faudroit que  $\frac{v^2}{fR}$  fût une quantité constante ;  
c'est dans ce seul cas que l'on peut conclure rigoureusement  
que  $u$  est à  $z$  dans un rapport donné.

(244.) Si l'on veut raisonner à la rigueur, il est évident  
que l'on fait deux suppositions incohérentes, en considérant  
la trajectoire du rayon lumineux comme produite par l'action  
d'une force centrale constante, & en lui supposant d'ailleurs  
la forme de l'équation (1) du §. 243. En effet, pour  
avoir l'expression de la vitesse dans cette courbe, il faut  
partir de l'équation (12) du §. 241. Si donc l'on intègre  
cette équation en supposant la force accélératrice constante,  
l'on aura

$$(1) \quad v^2 + 2(A + fR) = 0;$$

dans cette équation, il s'agit d'évaluer la constante  $A$ .

Pour y parvenir, nommons

$R'$  le rayon vecteur particulier, lors duquel l'angle de la tangente  
avec ce rayon vecteur, est de 90 degrés; dans le cas de la  
réfraction horizontale, qui est celui que nous considérons,  
 $R'$  est égal au rayon de la Terre ;

$h$  la hauteur de l'atmosphère ;

$v'$  la vitesse du rayon lumineux, lorsqu'il s'engage dans l'atmo-  
sphère de la Terre ;

$a$  une quantité constante déduite des observations.

$f$  la force accélératrice que je suppose constante.



On aura, en vertu de l'équation (1),

$$(2) \ v'^2 + 2 [A^2 + f(R' + h)] = 0;$$

donc

$$A^2 = - \frac{v'^2}{2} - f(R' + h);$$

l'on aura alors pour l'expression de la vitesse,

$$(3) \ v^2 - v'^2 - 2f(h + R' - R) = 0;$$

& l'équation (15) du §. 241, deviendra

$$(4) \ \frac{v'^2 + 2f(h + R' - R)}{fR} dz - du = 0.$$

On ne peut donc supposer à la courbe, la forme de l'équation

(1) du §. 243, qu'autant que  $\frac{v'^2 + 2f(h + R' - R)}{fR} = a;$   
d'où l'on tire

$$(5) \ f = \frac{v'^2}{(a + 2)R - 2(R' + h)}.$$

Or, il est évident que cette valeur de  $f$  est incohérente avec la supposition d'une force constante, puisque cette valeur renferme dans son expression le rayon variable  $R$ . Au reste, dans les calculs, on regarde la hauteur de l'atmosphère comme si petite, relativement au rayon de la Terre, que l'on suppose constante l'expression de la force; & on lui donne la forme suivante,

$$(6) \ f = \frac{v'^2}{aR' + (\frac{1}{2}a - 1)h};$$

(245.) Puisque (§. 243), la trajectoire du rayon lumineux, a pour équation

$$(1) \ u - az = 0;$$

& que de plus (§. 241),  $x = z + 90^\circ - u$ ; il est évident que si l'on porte la valeur de  $z$ , tirée de cette dernière équation, dans l'équation (1), on aura pour relation entre l'angle traversé & l'angle de la tangente avec le rayon vecteur,

$$(2) (a - 1)u - a(90^d - x) = 0.$$

De cette dernière équation, combinée avec l'équation (1), l'on peut conclure

$$(3) \cos. x = \sin. \left( \frac{a-1}{a} \right) u = \sin. (a-1)z;$$

$$(4) \sin. x = \cos. \left( \frac{a-1}{a} \right) u = \cos. (a-1)z.$$

(246.) Nous avons vu [§. 242, équat. (1) & (3)], que  $vP = \text{constante}$ ;  $P = \frac{R \sin. x}{r}$ ; de plus si l'on regarde la force  $f$  comme constante, l'on aura

$$v = \sqrt{v'^2 + 2f(h + R' - R)};$$

donc, quelles que soient les valeurs de  $R'$  & de  $x$ ,

$\sqrt{v'^2 + 2f(h + R' - R)} \frac{R \sin. x}{r}$ , est une quantité constante, puisque cette quantité est égale à  $vP$ . Mais au sommet de la courbe  $R = R'$ , &  $\sin. x = r$ ; donc

$$(1) \sqrt{v'^2 + 2f(h + R' - R)} \frac{R \sin. x}{r} - \sqrt{v'^2 + 2fh} R' r = 0.$$

Cette relation a rigoureusement lieu dans la trajectoire du rayon lumineux, en la supposant décrite en vertu d'une force constante tendante au centre de la Terre.

(247.) Si l'on réduit en série, la quantité  $\sqrt{v'^2 + 2f(h + R' - R)}$ , elle deviendra, en négligeant le carré de  $R' - R$ ,  $\sqrt{v'^2 + 2fh} + \frac{f(R' - R)}{\sqrt{v'^2 + 2fh}}$ , & l'équation (1) du §. 246, pourra s'écrire de la façon suivante, après avoir divisé par  $\sqrt{v'^2 + 2fh}$ ,

$$(1) R \sin. x - R' r + \frac{f(R' - R)}{v'^2 + 2fh} \times R \sin. x = 0.$$

Comme  $\frac{f(R' - R)}{v'^2 + 2fh}$  est une quantité très-petite, l'équation

(1) peut devenir

$$(2) R \sin. x - R' r = 0.$$

(248.) Les équations des paragraphes précédens, conduiront facilement à déterminer la relation entre la réfraction horizontale,

horizontale, la hauteur de l'atmosphère (j'entends celle où la réfraction est sensible), & le rapport de la réfraction à l'angle traversé. Pour me faire entendre, j'appellerai

$\zeta'$  la réfraction horizontale; c'est-à-dire, l'angle que fait avec la tangente menée par le sommet de la trajectoire, la tangente particulière correspondante au point où le rayon s'engage dans l'atmosphère de la Terre.

Je remarque que le rayon vecteur de la courbe, correspondant au point où le rayon lumineux s'engage dans l'atmosphère de la Terre, est égal à  $R' + h$ ; on a donc  $R = R' + h$ ; de plus, l'angle  $x$  dont il faut faire usage est celui qui répond à l'angle  $\zeta'$ ; si donc, dans l'équation (2) du §. 245, l'on substitue  $a\zeta'$  à  $u$ , l'on aura

$$(1) \quad x = 90^{\text{d}} - (a - 1) \zeta'.$$

Si l'on écrit maintenant cette valeur de  $x$  dans l'équation (2) du §. 247, dans laquelle on substituera pareillement  $R' + h$  à  $R$ , on aura pour exprimer la relation demandée,

$$(2) \quad (R' + h) \sin. [90^{\text{d}} - (a - 1) \zeta'] - R'r = 0.$$

(249.) Suivant M. Bradley, la réfraction est égale à un septième de l'angle traversé; & la réfraction horizontale est de 33 minutes; de sorte que, par exemple, le rayon qui nous fait voir un astre à l'horizon, est celui qui est entré dans l'atmosphère, par un point éloigné de  $7 \times 33'$  ou de  $3^{\text{d}} 51'$  de notre Zénith. Dans cette hypothèse, d'après laquelle les Tables de réfractions ont été calculées,  $a = 7$ . Si l'on vouloit savoir quelle est la hauteur correspondante de l'atmosphère; dans l'équation (2) du *paragraphe 248*, on feroit  $R' = 1432$  lieues;  $a = 7$ ;  $a - 1 = 6$ ;

$$\zeta' = 33'; \quad (a - 1) \zeta' = 6 \times 33' = 3^{\text{d}} 18';$$

$$\sin. [90^{\text{d}} - (a - 1) \zeta'] = \sin. 86^{\text{d}} 42'; \quad \& \text{ l'on auroit}$$

$$h = \frac{1432 \times r}{\sin. (86^{\text{d}} 42')} - 1432 = 2,4 \text{ lieues; c'est la hauteur de l'atmosphère, correspondante à la supposition d'une réfraction horizontale de } 33', \& \text{ de } a = 7.$$

*Mem.* 1776.

Uu

(250.) Suivant M. Bouguer, la hauteur de l'atmosphère, où la réfraction est sensible, n'est que de 5158 toises, ou de 2,26 lieues de 2282 toises chacune. Si on vouloit conclure la valeur de  $a$ , qui résulte de cette hypothèse, rien ne feroit plus facile : dans l'équation (2) du §. 248, on supposeroit  $R' = 1432$ ;  $h = 2,26$ ;  $R' + h = 1434,26$ ;  
 $z' = 33'$ ;  $\frac{R'r}{R' + h} = \sin. 86^d 47'$ ;  $90^d + 33'$   
 $- 86^d 47' = a \times 33'$ ;  $a = \frac{226}{33} = 6,85$ .

Ces deux hypothèses diffèrent assez peu entr'elles.

(251.) On pourroit pousser ses recherches plus loin, & demander la relation entre la réfraction horizontale, la hauteur de l'atmosphère, le rapport de la réfraction à l'angle traversé, & la force accélératrice constante que l'on suppose au centre de la Terre. Pour résoudre cette question, il faudra substituer dans l'équation (1) du §. 247,  $R' + h$  à  $R$ ;  $\sin. [90^d - (a - 1) z']$  à  $\sin. x$ ; & à  $v'$ , la valeur que l'on déduit des formules de Mécanique.

(252.) Soit

$s$  l'espace dont il faudroit qu'un corps tombât librement pour acquérir la vitesse  $v'$ , en vertu de la force  $f$ .

On démontre en Mécanique, que

$$(1) 2fs = v'^2.$$

Substituons la valeur de  $v'^2$ , tirée de cette équation, dans l'équation (1) du §. 247, on aura

$$(2) R \sin. x - R'r + \frac{(R' - R) R \sin. x}{2(s + h)} = 0.$$

Et dans les suppositions particulières du §. 251, cette équation deviendra

$$(3) \left[ 1 - \frac{1}{2} \times \frac{h}{(s + h)} \right] \times (R' + h) \sin. [90^d - (a - 1) z'] - R'r = 0.$$

L'on a donc la relation cherchée.

(253.) Pour déterminer la valeur de  $s$  de l'équation précédente, je reprends l'équation (6) du §. 244, & j'ai

$f = \frac{v'^2}{aR' + (\frac{1}{2}a - 1)h}$ ; dans cette équation, j'écris  $2fs$  à la place de  $v'^2$ , & j'ai

$$(1) 2s = aR' + (\frac{1}{2}a - 1)h.$$

Je substitue cette valeur dans l'équation (3) du paragraphe précédent, & elle devient

$$(2) [1 - \frac{h}{aR' + (\frac{1}{2}a - 1)h}] (R' + h) \sin. [90^\circ - (a - 1)\zeta'] - R'r = 0;$$

ou enfin, attendu que  $(\frac{1}{2}a - 1)h$  est infiniment petit, par rapport à  $aR'$ ,

$$(3) (1 - \frac{h}{aR'}) \times (R' + h) \sin. [90^\circ - (a - 1)\zeta'] - R'r = 0.$$

Cette équation est plus exacte que l'équation (2) du §. 248.

(254.) Par des raisons semblables, il est aisé de voir que l'équation (2) du §. 252, peut être mise sous la forme suivante,

$$(1) [1 - \frac{(R - R')}{aR'}] R \sin. x - R'r = 0.$$

Cette équation est plus exacte que l'équation (2) du §. 247.

(255.) Au moyen de l'équation (3) du §. 253, il est facile de recommencer les calculs des §. 249 & 250. Pour y parvenir, on regardera, par exemple, le résultat du §. 249, comme une approximation, dont on fera usage

pour évaluer la fraction  $1 - \frac{h}{aR'}$ ; on aura donc

$$1 - \frac{h}{aR'} = 1 - \frac{2,4}{7,1432} = 0,99973. \text{ On aura de plus,}$$

$$\text{comme dans le premier calcul, } \sin. [90^\circ - (a - 1)\zeta']$$

$$= \sin. 86^\circ 42'; h = \frac{1432 \times r}{0,99973 \sin. 86^\circ 42'} - 1432 = 2,7$$

$$\text{lieues} = 0,00190 \times r.$$

On pourroit regarder cette nouvelle valeur de  $h$  comme une approximation; la substituer de nouveau dans la fraction

$$1 - \frac{h}{aR'}, \text{ \& l'on auroit pour valeur exacte de } h,$$

$$h = 0,001932 \times r.$$

(256.) On recommenceroit, avec la même facilité, les calculs du §. 250; on regarderoit ce premier résultat comme une approximation propre à donner la valeur de la fraction

$1 - \frac{h}{aR'}$ ; on auroit, par exemple,

$$1 - \frac{h}{aR'} = 0,99973; \frac{R'r}{(1 - \frac{h}{aR'}) \times (R' + h)} = \sin. 87^{\text{d}} 2';$$

$$90^{\text{d}} + 33' - 87^{\text{d}} 2' = a \times 33'; a = \frac{211}{33} = 6,39.$$

(257.) Je dois encore déterminer deux quantités; 1.<sup>o</sup> la distance  $TF$  du centre de la Terre, au point  $F$ , où la première tangente  $BKEZF$  rencontre l'axe  $TMF$  de la trajectoire; 2.<sup>o</sup> la valeur de la perpendiculaire  $TZ$ , abaissée du centre de la Terre sur cette première tangente. Rien n'est plus facile que la détermination de ces deux quantités. En effet, supposons cette tangente prolongée jusqu'au point  $F$ , où elle coupe l'axe  $TMF$  de la trajectoire. Il est évident que, puisque dans le triangle  $FME$ , rectangle en  $M$ , l'angle  $FEM$  est égal à la réfraction horizontale; l'angle  $MFE$  est le complément de cette réfraction. Maintenant, dans le triangle  $TFK$ , l'angle  $TFK$  est égal à l'angle  $MFE$  du triangle précédent; & l'angle  $FKT$  est l'angle  $x$  correspondant au premier point de la trajectoire, dont nous avons donné la valeur (§. 248): de plus, le côté  $TK$  est égal à  $R' + h$ ; on a donc, en conservant les définitions des paragraphes précédens,

$$(1) \quad TF = \frac{(R' + h) \sin. [90^{\text{d}} - (a - 1) \zeta']}{\cos. \zeta'}.$$

Mais [§. 253, équation (3)]:

$$(R' + h) \sin. [90^{\text{d}} - (a - 1) \zeta'] = \frac{R'r}{1 - \frac{h}{aR'}};$$

donc

$$(2) \quad TF = \frac{R'r}{(1 - \frac{h}{aR'}) \cos. \zeta'}.$$

(258.) On aura pareillement pour expression de la Fig. 18. perpendiculaire  $TZ$ , abaissée du centre de la Terre sur la première tangente,

$$(1) \quad TZ = \frac{R'}{1 - \frac{h}{a R'}}.$$

*De l'angle sous lequel un Observateur placé dans la Lune, verroit notre Globe.*

(259.) Les formules précédentes, conduisent à déterminer l'angle sous lequel un Observateur dans la Lune, verroit notre globe; ou plutôt je vais examiner si l'angle sous lequel la Terre paroît à l'Observateur, est le même que celui sous lequel la Terre paroîtroit, s'il n'y avoit point de réfraction.

(260.) Supposons un Observateur à une distance  $TD$  de Fig. 19. notre globe; il est évident que s'il n'y avoit point d'atmosphère à la Terre, l'angle sous lequel cet Observateur verroit notre globe, seroit l'angle  $TDM$  du triangle  $TMD$ , rectangle en  $M$ ; dans lequel  $TD$  est la distance de l'Observateur au centre de la Terre,  $TM$  est le rayon de la Terre, &  $DM$  est la tangente menée de l'Observateur au point  $M$  de la circonférence de la Terre. Si donc, l'on nomme  $R'$  le rayon de la Terre; on aura pour expression de l'angle sous lequel la Terre seroit vue par l'Observateur;

$$\sin. TDM = \frac{r R'}{TD}.$$

Cherchons maintenant l'expression de cet angle, en supposant la réfraction. Il est évident que dans ce cas l'angle sous lequel la Terre sera vue, sera égal à l'angle sous lequel sera vue la perpendiculaire abaissée du centre de la Terre, sur la direction que prend le rayon lumineux, émané du dernier point qui parvient à l'Observateur, à l'instant où ce rayon lumineux sort de l'atmosphère. Nous avons vu (S. 258) que

cette perpendiculaire avoit  $\frac{R'}{1 - \frac{h}{a R'}}$  pour expression ;

Fig. 19. on a donc  $\sin. TDM = \frac{R'}{(1 - \frac{h}{a R'}) TD}$ . Le sinus de

l'angle sous lequel la Terre est vue, en supposant une atmosphère, est donc au sinus de l'angle sous lequel elle seroit vue, en ne supposant point d'atmosphère, comme 1 est à  $1 - \frac{h}{a R'}$ .

(261.) L'angle sous lequel la Terre est vue du centre de la Lune est égal à la parallaxe horizontale de ce dernier Astre. Si donc l'on suppose la Lune dans sa moyenne distance, la Terre sera vue sous l'angle de  $57' 39''$ , en ne supposant point d'atmosphère; mais si l'on suppose une atmosphère, il faudra multiplier le sinus de ce dernier angle par  $\frac{1}{1 - \frac{h}{a R'}}$ ,

pour avoir l'angle que le rayon de la Terre paroîtra soutendre; & ce nouvel angle sera de  $57' 39'',8$ ; de sorte que la réfraction de l'atmosphère n'altère que de  $0'',8$ , le demi-diamètre de notre Globe, vu de la Lune. Cette différence est assez peu sensible, & tout l'effet de l'atmosphère se réduit à faire voir à la circonférence de la Terre, des points qui sans cela eussent été cachés derrière le disque. Mais quelque petite que soit cette différence, elle n'est pas nulle; & si l'Observateur ne rectifioit point les résultats, il n'auroit pas une idée parfaite du diamètre de notre Globe, qu'il supposeroit trop grand d'environ  $1'',6$ .

*De la distance du centre de la Terre au point où un rayon émané d'un point radiant quelconque du disque du Soleil, coupe l'axe de l'ombre, après avoir traversé l'atmosphère de la Terre en rasant notre Globe.*

(262.) Pour déterminer la distance du centre de la Terre au point où un rayon émané d'un point quelconque du disque



du Soleil coupe l'axe de l'ombre après avoir traversé l'atmosphère de la Terre (c'est ainsi que je désignerai la droite qui joint les centres du Soleil & de la Terre), je vais d'abord résoudre le Problème par rapport au centre du Soleil; ou plus généralement encore pour un point lumineux quelconque. Soit  $S$  le point lumineux quelconque que je suppose à l'horizon; car il est évident qu'au sommet  $M$  de la trajectoire que décrit le rayon lumineux, un Observateur rapporte l'Astre à l'horizon sensible; soit de plus  $T$  le centre de la Terre,  $TM$  le rayon de la Terre;  $mMm'$  l'horizon sensible où l'Astre est rapporté;  $kMK$  la trajectoire du rayon lumineux;  $Sk$  &  $FG$  la première tangente;  $FEKD$  la dernière tangente;  $EM$  la tangente au sommet  $M$ , tangente qui est parallèle à l'horizon sensible, puisque par la supposition le point  $S$  paroît à l'horizon;  $F$  le point où les deux tangentes  $k$  &  $F$ ,  $FEK$  rencontrent le prolongement de l'axe  $TMF$  de la trajectoire;  $E$ , les points où les deux tangentes extrêmes coupent la tangente correspondante au sommet de la trajectoire;  $D$  le point où le rayon lumineux après avoir traversé l'atmosphère de la Terre, coupe la droite  $DTS$  qui joint le centre de la Terre & le point radiant. Il est sensible que les angles  $M$  &  $F$ ,  $MEF$ , sont égaux chacun à la réfraction horizontale; de plus, le triangle  $EF$  est isoscèle, & par conséquent l'angle  $GFE = 2 \times$  réfraction horizontale. Par la même raison, l'angle  $EFM$  du triangle  $FME$  rectangle en  $M$ , est le complément de la réfraction; mais à cause du triangle  $DFS$ , l'angle  $D =$  angle  $DFG -$  angle  $DSF$ ; l'angle  $DFG = 2 \times$  réfraction horizontale; & l'angle  $DSF =$  parallaxe horizontale du point  $S$ , puisque c'est l'angle sous lequel le rayon de la Terre seroit vu par un Observateur en  $S$ ; donc

(1) angle  $D = 2 \times$  réfract. horiz. — parall. horiz. du point  $S$ .

Maintenant, dans le triangle  $DFT$ , l'angle en  $F$  est le complément de la réfraction horizontale, ainsi que nous l'avons remarqué; le côté  $TF$  a été déterminé dans le §. 257, & le côté  $TD$  est la distance cherchée; on a donc

Fig. 20. (2)  $TD = \frac{R' r \times \left( \frac{a R'}{a R' - h} \right)}{\sin. (2 \times \text{réfract. horizont.} - \text{parall. horizont. du point } S)}$ .

Si l'on suppose que le point  $S$  soit le centre du Soleil, que par conséquent  $2 \times$  réfraction horizontale — parall. horiz. du point  $S = 1^d 5' 50''$ ; que d'ailleurs,

$$a = 7; R' = r, \text{ \& } h = 0,00190 r.$$

on aura

$$(3) TD = 52,236 r.$$

(263.) On peut conclure de l'équation (2) du *paragraphe précédent*, que la lumière émanée d'un point lumineux, dont la parallaxe horizontale surpasseroit deux fois la réfraction horizontale, ne pourroit pas, après sa double réfraction dans l'atmosphère, couper la droite qui joint le centre de la Terre & ce point lumineux; puisqu'en effet on auroit une valeur négative de  $TD$ .

(264.) La distance  $DL$  du point  $D$  au plan de projection n'est pas plus difficile à déterminer; on sait en effet que si l'on nomme

$\pi$  la parallaxe horizontale polaire de la Lune,

on a  $TL = \frac{r R'}{\sin. \pi}$ ; mais  $DL = TL - TD$ ; donc

$$(1) DL = \frac{r R'}{\sin. \pi} - \frac{R' r \left( \frac{a R'}{a R' - h} \right)}{\sin. (2 \text{ réfract. horiz.} - \text{parall. hor. du point } S)}.$$

Dans nos suppositions,

$$(2) DL = \frac{r^2}{\sin. \pi} - 52,236 \times r.$$

(265.) On trouveroit aussi facilement sur le plan de projection, la distance  $Ll$  du point  $L$ , centre de l'ombre, au point  $l$  où le rayon rencontre le plan de projection; on a, en effet,  $DL$  est à  $Ll$ , comme le sinus total est à la tangente de l'angle  $D$ ; donc,

$$(1) Ll = \left( \frac{R'}{\sin. \pi} - \frac{R' r \left( \frac{a R'}{a R' - h} \right)}{\sin. (2 \text{ réfr. hor.} - \text{par. hor. du point } S)} \right) \text{ tang. } (2 \text{ réfr. hor.} - \text{par. hor. } S)$$

ou

ou enfin, dans nos suppositions particulières,

$$(2) \quad Ll = \left( \frac{r}{\sin. \pi} - 52,236 \right) \text{ tang. } (2 \times \text{réfr. horiz.} - \text{parall. horiz. du point } S).$$

(266.) On peut demander également à quelle distance  $TD'$  du centre de la Terre, un rayon émané d'un point  $s$ , Fig. 20. pris sur le disque du Soleil, à une distance  $Ss$  du centre  $S$  du Soleil, vient couper l'axe de l'ombre après la double réfraction dans l'atmosphère de la Terre. Pour résoudre la question, soit  $STD L$  l'axe de l'ombre,  $S$  le centre du Soleil,  $s$  le point radiant. Par le point radiant  $s$  & par le centre  $T$  de la Terre, je mène l'axe  $sT\delta$ ; sur cet axe je prends un point  $\delta$ , tel que  $T\delta = TD$ ; & en effet, il est aisé de voir *à priori* que cette supposition est légitime, puisque par rapport au point  $s$  & à l'axe  $sT\delta$ , les phénomènes sont absolument les mêmes que pour le point  $S$ , par rapport à l'axe de l'ombre  $STD L$ ; par le point  $\delta$  je mène la droite  $\delta l'$ , de sorte qu'elle fasse avec la droite  $sT\delta$ , un angle égal à l'angle  $D$ , & qu'elle rencontre l'axe de l'ombre  $STL$  au point  $D'$ , le plan de projection au point  $l'$ , & le Problème sera résolu.

(267.) Il est facile, d'après les constructions précédentes, d'avoir l'expression de la distance  $TD$  du centre  $T$  de la Terre, au point  $D'$  où le rayon émané du point  $s$  du disque solaire rencontre l'axe de l'ombre. En effet, dans le triangle  $TD'\delta$ ; on a  $T\delta$  est à  $TD'$  comme  $\sin.$  angle  $TD'\delta$  est à  $\sin.$  angle  $D'\delta T$ ; mais  $T\delta = TD$ ; l'angle  $D'\delta T$  est le supplément de l'angle que nous avons nommé  $D$ , & réciproquement; de plus, l'angle  $\delta TD'$  est égal à la distance en degrés du point radiant  $s$  au centre  $S$  du Soleil; enfin l'angle  $TD'\delta = \text{supplément angle } D'\delta T - \text{angle } D'T\delta = \text{angle } D - \text{distance du point radiant } s \text{ au centre } S \text{ du Soleil}$ ; on a donc

$$TD' = \frac{TD \sin. D}{\sin. (D - \text{distance du point radiant } s \text{ au centre } S \text{ du Soleil})};$$

mais, §. 262,

Mém. 1776.

XX

Fig. 20.  $TD = \frac{R' r \times \left( \frac{a R'}{a R' - h} \right)}{\sin. (2 \times \text{réfraction horizont. — parall. horiz. du Soleil})}$ ;

& l'angle  $D = 2 \times \text{réfract. horizont. — parall. horiz. du Soleil}$ .  
Donc,

$$(1) TD' = \frac{R' r \times \left( \frac{a R'}{a R' - h} \right)}{\sin. (2 \times \text{réfr. horiz. — parall. horiz. } \odot - \text{dist. point } s \text{ au centre } \odot)}$$

(268.) La distance  $D'L$  du point  $D'$  au plan de projection, se trouve aussi facilement; en effet, cette distance est égale à  $TL - TD'$ ; on a donc

$$(1) DL' = \frac{r R'}{\sin. \pi} - \frac{R' r \times \left( \frac{a R'}{a R' - h} \right)}{\sin. (2 \text{réfr. hor. — parall. hor. } \odot - \text{dist. point } s \text{ au centre du } \odot)}$$

(269.) On trouvera avec la même facilité, la distance  $L'l'$  du centre  $L$  de l'ombre sur le plan de projection, au point  $l'$  où le rayon émané du point  $s$  rencontre le plan de projection, après la double réfraction dans l'atmosphère de la Terre; en effet, dans le triangle  $D'L'l'$  rectangle en  $L$ , on a  $D'L$  est à  $L'l'$  comme le sinus total est à la tangente de l'angle  $D'$ ; donc

$$(1) L'l' = \left[ \frac{R'}{\sin. \pi} - \frac{R' \left( \frac{a R'}{a R' - h} \right)}{\sin. (2 \text{réfr. horiz. — parall. hor. } \odot - \text{dist. point } s \text{ au centre } \odot)} \right]$$

$\times \text{tang. } (2 \times \text{réfr. horiz. — parall. horiz. } \odot - \text{dist. du point } s \text{ au centre } \odot)$ .

(270.) Dans l'usage des formules des *paragraphes précédens*, il faut faire grande attention au signe que l'on donnera à la distance du point  $s$  au centre  $S$  du Soleil. On seroit induit en erreur, si l'on se méprenoit sur le signe de cette quantité. En général, le signe doit être positif, lorsque le point  $s$  est par-delà le centre  $S$  du Soleil, relativement au côté où se fait la réfraction. Il est négatif dans le cas contraire.

Ce que nous venons de démontrer pour le centre de l'ombre sur le plan de projection, s'appliqueroit de même à tout autre point de ce plan, en substituant à l'axe de l'ombre la droite qui joint le centre de la Terre & le point du plan

de projection dont il s'agit, & en substituant au centre du Soleil le point du disque solaire, situé dans le prolongement de la droite dont nous venons de parler.

(271.) Au moyen de l'équation (1) du §. 267, on formera aisément une Table de toutes les distances où un Observateur, supposé dans l'axe de l'ombre, verroit les différentes zones du disque du Soleil, à la circonférence de la Terre.

*TABLE des distances du centre de la Terre, aux points de l'axe de l'ombre, où un Observateur qui y seroit placé, verroit les différentes zones du disque solaire à la circonférence de la Terre.*

	SOLEIL apogée.	MOYENNES distances.	SOLEIL périgée.
Limbe du Soleil commence à paroître...	42,228 x r	42,013 x r	41,842 x r
Un quart du disque du Soleil à la circonférence de la Terre.....	46,674 x r	46,502 x r	46,408 x r
Moitié du disque du Soleil à la circonférence de la Terre.....	52,236 x r	52,236 x r	52,236 x r
Trois quarts du disque du Soleil à la circonférence de la Terre.....	59,326 x r	59,820 x r	60,317 x r
Disque entier du Soleil à la circonférence de la Terre.....	68,283 x r	69,125 x r	69,645 x r
Azur du ciel égal au quart du disque du Soleil, entre le Soleil & la Terre...	81,499 x r	82,145 x r	82,898 x r
Azur du ciel égal à la moitié du disque du Soleil, entre le Soleil & la Terre..	100,190 x r	101,560 x r	102,980 x r
Azur du ciel égal aux trois quarts du disque du Soleil, entre le Soleil & la Terre.	130,140 x r	131,510 x r	132,840 x r
Disque du Soleil non-réfracté, commence à paroître.....	185,490 x r	192,590 x r	198,200 x r

(272.) Nous observerons ici, que quoique dans la Table précédente, nous ayons marqué sur l'axe de l'ombre les points où l'on commence à voir le disque du Soleil, le quart, la

X x ij

moitié, les trois quarts, &c. à la circonférence de la Terre; ces parties sont néanmoins défigurées & concentrées dans l'espace occupé par l'atmosphère de la Terre, à peu-près de la même manière que l'on voit les objets défigurés dans un miroir cylindrique. Les parties du disque du Soleil ne paroissent dans leur état naturel que lorsqu'elles sont au-delà de l'atmosphère de la Terre.

(273.) La distance de la Lune apogée est de 63,664 *r*. Cette distance est de 60,192 *r*, dans les moyennes distances, & de 57,060 *r*, lorsque la Lune est périgée. On voit donc que dans les cas les plus défavorables, même au centre de l'ombre, un Observateur dans la Lune verroit encore les trois quarts du disque du Soleil à travers l'atmosphère de la Terre.

(274.) Les résultats précédens, donnent une explication bien simple des phénomènes que l'on observe dans les éclipses de Lune. En général, cette Planète ne disparoît pas lors même que le calcul indique qu'elle est entièrement plongée dans l'ombre de la Terre. On la voit alors sous une couleur rougeâtre; quelquefois cependant sa teinte varie. Ces phénomènes sont conformes à nos recherches. La Lune ne disparoît point, puisqu'au centre même de l'ombre elle reçoit la lumière des trois quarts du Soleil: elle paroît d'une couleur rougeâtre, par la même raison que le Soleil paroît rouge à l'horizon. Sa teinte varie à cause des différentes couches de notre atmosphère, qui lui transmettent la lumière qu'elle reçoit, & qui la décomposent. On ne doit donc point chercher la raison pour laquelle la Lune ne disparoît pas dans les éclipses, avec demeure dans l'ombre; il faut plutôt chercher dans l'état de l'atmosphère du lieu où l'on observe, les raisons particulières qui la font disparoître quelquefois dans de certaines éclipses.

## SECTION SEPTIÈME.

*De la portion du disque du Soleil qui fournit de la lumière à un point quelconque du plan de projection; & de la figure du disque du Soleil dans l'atmosphère de la Terre.*

(275.) Je dois déterminer maintenant la portion du disque solaire qui fournit de la lumière à un point quelconque du plan de projection. Je fais abstraction de la quantité plus ou moins grande des rayons solaires qui se perdent en passant par l'atmosphère de la Terre; eu égard au chemin que ces rayons traversent en passant plus ou moins près de la Terre, & à l'augmentation de la densité de cette atmosphère relative à la plus grande proximité de notre globe. Je ferai voir dans un autre Article, comment on peut avoir égard à ces dernières circonstances.

(276.) Pour déterminer la quantité de lumière que reçoit chaque point du plan de projection, il faut, étant donnée la position de ce point, déterminer la quantité du disque du Soleil dont il reçoit la lumière à travers l'atmosphère de la Terre. On ne doit point oublier que dans ces premières recherches, je fais abstraction de la quantité plus ou moins grande des rayons qui se perdent en traversant l'atmosphère terrestre. Il faut de plus ajouter ensemble les portions du disque du Soleil, qui au moyen de la réfraction, éclairent doublement le même point. Telles sont les recherches qui vont nous occuper.

*Des courbes qui terminent sur le disque du Soleil, la portion de ce disque qui fournit de la lumière à un point quelconque du plan de projection, ou des courbes terminatrices.*

(277.) Afin de mettre de l'ordre dans les questions que je vais traiter, je dois donner l'équation aux courbes qui terminent sur le disque du Soleil, la portion du disque qui

fournit de la lumière à un point quelconque du plan de projection; j'appellerai ces courbes, *Courbes terminatrices*. Il est sensible que cette solution fera connoître la portion du Soleil qui éclaire le point dont il s'agit; puisqu'en effet tous les points du disque, situés en de-çà de la *courbe terminatrice*, ne parvenant pas au point dont il s'agit, ne lui fournit aucune lumière; & qu'au contraire tous les points du disque, situés au-delà de la *courbe terminatrice*, éclairent ce point.

(278.) Si l'on réfléchit sur la nature du Problème, il sera aisé de se convaincre que les différens points de la *courbe terminatrice*, relativement à un point quelconque du plan de projection, sont ceux qu'un Observateur placé à ce point, & qui regarderoit le Soleil éclipsé par la Terre, verroit, en vertu de la réfraction, à la circonférence de notre globe. Il s'agit donc de résoudre le Problème suivant.

*Étant donné un point du plan de projection, déterminer les points du disque du Soleil qu'un Observateur, en vertu de la réfraction dans l'atmosphère terrestre, verroit à la circonférence de notre globe.*

Tel est le Problème que je vais résoudre; mais il exige lui-même la solution de plusieurs questions préliminaires, qu'il faut d'abord examiner.

(279.) Pour résoudre la question proposée, je prends un point quelconque du disque du Soleil; je suppose que de ce point émanent une infinité de rayons qui vont se briser dans l'atmosphère de la Terre, & qui rencontrent le plan de projection après avoir été réfractés; j'appellerai *Cauistique du point en question*, la courbe formée sur le plan de projection, par les rayons réfractés qui rasent le limbe de la Terre; j'appellerai *axe de la cauistique*, l'axe qui joint le point dont on cherche la cauistique & le centre de la Terre; il s'agit de déterminer sur le plan de projection *la cauistique des différens points du disque du Soleil*.



*Détermination de la caustique des différens points du disque  
du Soleil.*

(280.) Les considérations développées dans la Section sixième, donneront facilement la manière de déterminer sur le plan de projection, *la caustique d'un point quelconque du disque solaire*. Il suit en effet de ces considérations, que si l'on cherche le point où les rayons émanés du centre  $S$  du Soleil, viennent couper l'axe  $STD$  de l'ombre de la Terre, après la double réfraction dans l'atmosphère de la Terre; l'angle que ces rayons réfractés font avec l'axe  $STD$  de l'ombre, sont égaux à l'angle  $D$  formé par les lignes  $SDL$ ,  $DKF$ ; or (§. 262), cet angle est égal au double de la réfraction horizontale terrestre moins la parallaxe horizontale du Soleil. L'angle sous lequel les rayons émanés du centre  $S$  viennent couper l'axe de l'ombre après la double réfraction, est donc pour toutes les positions du Soleil & de la Lune, de  $2 \times 33' - 10'' = 1^d 5' 50''$ . J'ai supposé la réfraction horizontale de  $33'$ .

Fig. 20.

(281.) La distance  $TD$  du centre de la Terre au point où ces rayons coupent l'axe de l'ombre, est pareillement constante; & nous avons vu (§. 262), qu'elle avoit pour expression, en partant toutefois de nos données,

$$(1) \quad TD = 52,236 r.$$

(282.) Quant à la distance  $DL$  du point  $D$  au centre  $L$  du plan de projection, nous avons vu §. 264, qu'en conservant les définitions de ce paragraphe, elle avoit pour expression,

$$(1) \quad DL = \frac{r^2}{\sin. \pi} - 52,236 r.$$

(283.) Il est aisé de sentir par cette construction, que la caustique du centre  $S$  du Soleil sur le plan de projection est un cercle, dont le centre coïncide avec le centre  $L$  de l'ombre sur le plan de projection, & dont le rayon est égal à la valeur de  $DL$  du §. 265; donc

Fig. 20. (1) rayon de la caustique =  $(\frac{r}{\sin. \pi} - 52,236) \text{ tang. } 1^d 5' 50''$ .

(284.) La détermination de la caustique des autres points du disque du Soleil, ne présente pas plus de difficulté. Supposons, en effet, un autre point quelconque du disque; & par ce point & par le centre de la Terre, menons la droite que j'ai définie l'*axe de la caustique*; il est évident 1.<sup>o</sup> que cet axe fera avec l'axe de l'ombre au centre de la Terre, un angle égal à la distance du point du disque solaire dont il s'agit, au centre du Soleil; 2.<sup>o</sup> que relativement à cet axe, les phénomènes de l'inflexion se passeront de la même manière que les phénomènes analogues se passoient par rapport à l'axe de l'ombre, pour le centre du Soleil. La distance du centre de la Terre au point où les rayons brisés couperont l'*axe de la caustique*, aura donc pour expression (§. 281),  $52,236 r$ ; l'angle formé par ces rayons brisés avec l'axe de la caustique, fera (§. 280) de  $1^d 5' 50''$ ; la distance à un plan perpendiculaire à l'axe de la caustique, sera égale à  $\frac{r^2}{\sin. \pi} - 52,236 r$ ;

& le rayon de la caustique sera égal à  $(\frac{r}{\sin. \pi} - 52,236) \text{ tang. } 1^d 5' 50''$ .

(285.) Le plan sur lequel la nouvelle caustique circulaire feroit tracée, ne sera pas, à la vérité, le plan de projection; puisque ces deux plans sont inclinés l'un à l'autre, d'un angle égal à l'angle formé par l'axe de la caustique & par l'axe de l'ombre de la Terre; c'est-à-dire, qu'ils sont inclinés d'un angle égal à la distance du point du disque solaire que l'on considère, au centre de ce disque. D'après cette considération, la caustique sur le plan de projection ne sera pas rigoureusement un cercle, mais une ellipse formée par l'intersection du cône de lumière dont il s'agit, avec le plan de projection; si l'on fait attention cependant que l'axe du cône de la caustique, peut sans erreur sensible dans les résultats, être considéré comme perpendiculaire au plan de projection, puisque les points extrêmes du

du disque du Soleil ne font qu'un angle de 16 minutes avec le centre de cet astre; que par conséquent la caustique elliptique sur le plan de projection, ne diffère pas sensiblement de la caustique circulaire; on pourra supposer, pour la simplicité du calcul, que les caustiques des différens points du disque solaire sont toutes des cercles sur le plan de projection; & si l'on nomme

( $\gamma$ ) le rayon des différentes caustiques sur le plan de projection, on aura

$$(1) \gamma = \left( \frac{r}{\sin. \pi} - 52,236 \right) \text{ tang. } 1^d 5' 50''.$$

(286.) Quant à la position des centres des différentes caustiques sur le plan de projection, on la déterminera de la manière suivante. Par un point quelconque pris à volonté sur le plan de projection, auquel on rapportera ces centres, & par l'axe de l'ombre de la Terre, on mènera un plan perpendiculaire au plan de projection, qui sera également perpendiculaire au disque solaire; j'appellerai *premier vertical*, ce plan choisi arbitrairement. Par le centre du Soleil & de la Terre, & par l'axe de l'ombre, on mènera des plans qui feront avec ce premier vertical tous les angles possibles, & qui seront également perpendiculaires, soit au plan de projection, soit au disque solaire; cette construction va résoudre la question proposée.

(287.) Soit  $BLb\lambda$  le plan de projection;  $BLb$  le premier vertical arbitraire mené par le point  $B$ , auquel on veut rapporter la position de tous les centres des caustiques;  $T$  le centre de la Terre;  $LTS$  l'axe de l'ombre passant par le centre  $T$  de la Terre, & par le centre  $S$  du Soleil;  $s$  un point quelconque du disque du Soleil, dont on veut déterminer le centre de la caustique;  $sT\lambda$  l'axe de la caustique du point  $s$ . Nommons maintenant

Fig. 21.

$\alpha$  l'angle  $\lambda LB$  formé sur le plan de projection, par les intersections du premier vertical  $BLb$ , & du vertical  $\lambda$  passant par le point  $s$ .

Il est d'abord évident que le centre  $\lambda$  de la caustique, sera situé sur le plan de projection, quelque part dans la

Fig. 21. ligne  $\lambda L$ , dont la position est donnée par l'angle  $\Omega$ . Quant à la distance du point  $\lambda$  centre de la caustique, au point  $L$  centre de l'ombre, on la déterminera par la considération suivante. Dans le triangle  $\lambda TL$  rectangle en  $L$ , on connoît le côté  $TL = \frac{r}{\sin. \pi}$ ; on connoît de plus l'angle en  $T$  égal à la distance en degré des points  $S, s$ ; on aura donc

$$(1) \lambda L = \frac{r}{\sin. \pi} \times \text{tang. (distance des points } S, s).$$

La position du centre de la caustique du point  $s$ , sera donc déterminée sur le plan de projection; & par conséquent, elle sera connue relativement au point  $B$ , que l'on a choisi pour y rapporter la position des centres des différentes caustiques.

(288.) Les constructions précédentes donnent un moyen facile pour avoir les équations des différentes caustiques. Je supposerai que l'on prend le point  $B$  pour l'origine des coordonnées; que les abscisses sont prises sur l'intersection  $BLb$  du plan de projection & du premier vertical pris à volonté; & les ordonnées sur la perpendiculaire à cette droite  $BLb$  menée par le point  $B$ . Soit

$\delta$  la distance  $BL$  du point  $B$  au centre  $L$  de l'ombre,

$\Omega$  l'angle du premier vertical avec les verticaux menés par les différens points  $s$ ,

$\gamma$  le rayon constant de toutes les caustiques circulaires, dont nous avons donné l'expression (*S. 285*),

$\epsilon$  la quantité  $\lambda L$  définie dans le *S. 287*, & qui a pour expression

$$\frac{r}{\sin. \pi} \text{ tang. (dist. du centre } S \text{ du Soleil aux diff. points } s),$$

$x$  les abscisses } aux différentes caustiques comptées depuis le  
 $y$  les ordonnées } point  $B$ .

Il est évident que si du point  $\lambda$  l'on abaisse sur la ligne des abscisses  $BLb$ , la perpendiculaire  $\lambda I$ , on aura

$$\lambda I = \frac{\lambda L \sin. \Omega}{r} = \frac{\epsilon \sin. \Omega}{r}; \quad LI = \frac{\lambda L \cos. \Omega}{r} = \frac{\epsilon \cos. \Omega}{r};$$

$$BI = BL - LI = \delta - \frac{\epsilon \cos. \Omega}{r}; \quad \& \text{ comme la}$$

caustique dont il s'agit, a le point  $\lambda$  pour centre, &  $\gamma$  pour rayon, on aura évidemment pour équation à cette caustique, Fig. 21.

$$(1) \quad x^2 + y^2 + 2\epsilon x \frac{\cos. \Omega}{r} - 2\epsilon y \frac{\sin. \Omega}{r} - 2\delta x \\ - 2\delta \epsilon \frac{\cos. \Omega}{r} + \delta^2 + \epsilon^2 - \gamma^2 = 0.$$

En effet, si par le centre  $\lambda$  de la caustique, l'on suppose mené une parallèle à la droite  $B1LB$ , & une perpendiculaire à cette même droite, & que l'on cherche l'équation à la caustique par rapport à l'origine  $\lambda$ , & à des coordonnées  $u$  &  $z$ , prises sur les droites en question, on aura

$$u^2 + z^2 - \gamma^2 = 0;$$

mais

$$u = x - B1 = x - \delta + \frac{\epsilon \cos. \Omega}{r},$$

$$z = y - \lambda L = y - \frac{\epsilon \sin. \Omega}{r};$$

si donc l'on substitue ces valeurs dans l'équation

$$u^2 + z^2 - \gamma^2 = 0,$$

on parviendra à l'équation (1).

Nous avons donc maintenant les équations aux différentes caustiques par rapport au point  $B$  du plan de projection.

### *Équation aux courbes terminatrices.*

(289.) Il est facile de donner maintenant l'équation aux courbes terminatrices. En effet, si l'on réfléchit sur les constructions précédentes, on se convaincra facilement, que si, au moyen de l'équation (1) du paragraphe précédent, l'on cherche les points des différentes caustiques qui passent par l'origine  $B$  des coordonnées, on conclura facilement les points du disque solaire, qui, relativement au point  $B$ , paroîtront à la circonférence de notre Globe; or, ces points ne sont autre chose que les points de la courbe terminatrice du point  $B$  tracée sur le disque du Soleil. On pourra donc connoître la nature de cette courbe, en supposant  $x = 0$ , &  $y = 0$  dans l'équation (1) du §. 288; & l'on aura

Y y ij

$$(1) \delta^2 + \epsilon^2 - \gamma^2 - \frac{2\delta\epsilon\cos\Omega}{r} = 0;$$

c'est l'équation à la courbe terminatrice, tracée sur le disque du Soleil, & qui convient au point *B* du plan de projection.

(290.) Nous remarquerons d'abord, que dans l'équation (1) du paragraphe précédent, les quantités  $\gamma$  &  $\delta$  sont des connues; & que les variables sont  $\epsilon$  & l'angle  $\Omega$ .

En effet,

$\gamma$  = le rayon constant de toutes les caustiques circulaires sur le plan de projection;

$\delta$  = la distance du point *B* au centre *L* de l'ombre sur le plan de projection,

$\epsilon = \frac{r}{\sin.\pi} \text{ tang. (dist. du centre } S \text{ du Soleil aux différens points } s \text{ pris sur le disque du Soleil);}$

$\Omega$  = l'angle formé sur le plan de projection, par le premier vertical, & les verticaux passant par les différens points *s*.

Nous remarquerons de plus, que cette équation est une équation polaire entre le rayon vecteur  $\epsilon$ , & l'angle  $\Omega$ ; que l'origine des rayons vecteurs est au centre du Soleil; que les angles  $\Omega$  sont ceux formés au centre de cet Astre, par les différens verticaux, passant par les différens points du disque solaire; & que ces angles sont comptés en partant du plan que j'ai défini *Premier vertical*. Examinons plus en détail les propriétés de cette courbe.

### *De la nature des courbes terminatrices.*

(291.) Il est aisé de s'assurer d'abord que les courbes terminatrices sont circulaires; en effet, nous avons vu (§. 289) 1.<sup>o</sup> que ces courbes avoient pour équation polaire, sur le disque du Soleil,

$$\delta^2 - \gamma^2 - \frac{2\delta\epsilon\cos\Omega}{r} + \epsilon^2 = 0;$$

2.<sup>o</sup> que dans cette équation, le centre du Soleil étoit l'origine des rayons vecteurs  $\epsilon$ , & que  $\Omega$  étoit l'angle que l'on définit ordinairement dans ces sortes de courbes, l'angle traversé. Supposons donc que l'on veuille chercher, sur le disque du

Soleil, l'équation aux courbes terminatrices, par rapport à des coordonnées perpendiculaires  $x'$  &  $y'$ , dont l'origine seroit pareillement au centre du Soleil, dont les abscisses  $x'$  seroient prises sur l'intersection du premier vertical avec le disque du Soleil, & dont les ordonnées  $y'$  seroient prises sur la perpendiculaire à cette intersection. Puisque l'on fait, en général, que dans une courbe quelconque, le carré du rayon vecteur égale le carré de l'abscisse, plus le carré de l'ordonnée; que d'ailleurs, l'abscisse égale le  $\frac{\text{rayon vecteur} \times \cos. (\text{angle traversé})}{\sin. \text{total}}$ ; on aura,

dans le cas particulier dont il s'agit,  $e^2 = x'^2 + y'^2$ ;

$x' = \frac{e \cos. \Omega}{r}$ ; & l'équation (1) du §. 289, deviendra

$$(1) \delta^2 - \gamma^2 - 2\delta x' + x'^2 + y'^2 = 0.$$

Cette équation est évidemment au cercle.

(292.) Pour déterminer le centre de la courbe terminatrice sur le disque du Soleil, je reprends l'équation (1) du §. 289, dans laquelle je fais  $\cos. \Omega = r$ ; & elle devient

$$\delta^2 - 2\delta e + e^2 - \gamma^2 = 0;$$

d'où l'on tire

$$(1) e = \delta \pm \gamma.$$

Je remarque, que dans cette équation, si l'on suppose  $\gamma = 0$ , l'on aura la distance du centre du Soleil au centre du cercle en question; je remarque ensuite que ce centre est situé sur l'intersection du disque solaire & du premier vertical; puisqu'en effet, il est situé sur l'intersection d'un plan qui fait, avec le premier vertical, un angle dont le cosinus  $= r$ ; si donc l'on nomme

$B'$  le centre de ce cercle sur le disque du Soleil;

comme il suit du §. 287, que

$$e = \frac{r}{\sin. \pi} \text{ tang. (distance du centre } S \text{ du Soleil au point } B');$$

on aura

$$(2) \text{ tang. (dist. centre } S \text{ du Soleil au point } B' \text{ centre du cercle)} = \frac{\sin. \pi}{e} \delta.$$

(293.) Pour déterminer le rayon de ce cercle, je remarque, que puisque les rayons des cercles terminateurs, relatifs aux différens points du plan de projection, sont tous égaux; on aura la valeur de ce rayon, en cherchant le rayon de la courbe terminatrice, par rapport au point qui, sur le plan de projection, répond au centre de l'ombre; mais si dans l'équation (1) du §. 289, l'on fait  $\delta = 0$ , on aura  $\epsilon = \gamma$ ; d'ailleurs,

$\epsilon = \frac{r}{\sin.\pi} \times \text{rayon de la courbe terminatrice sur le disque du Soleil};$

donc

$$(1) \text{ rayon du cercle terminateur} = \frac{\sin.\pi}{r} \gamma,$$

ou à cause de

$$\gamma = \left( \frac{r}{\sin.\pi} - 52,236 \right) \text{ tang. } (1^d 5' 50''),$$

$$(2) \text{ rayon du cercle terminateur} = \left( 1 - 52,236 \frac{\sin.\pi}{r} \right) \text{ tang. } (1^d 5' 50'').$$

(294.) Nous venons de donner l'expression du rayon du cercle terminateur intérieur, c'est-à-dire, de la courbe qui termine sur le disque du Soleil, les points qu'un observateur, supposé au point *B* du plan de projection, verroit à la circonférence de la Terre. On trouvera pareillement le rayon du cercle terminateur extérieur; c'est-à-dire de la courbe qui termine les points qui cessent de s'engager dans l'atmosphère de la Terre. En effet, si l'on suppose, comme dans les paragraphes précédens,

$r = \text{rayon de la Terre},$

$h = \text{la hauteur de l'atmosphère réfractive.}$

Il est évident que le cercle terminateur extérieur sera un cercle qui aura pour centre, le point déterminé dans le §. 292, & dont le rayon sera donné par la construction suivante.

Fig. 19. Soit *T* le centre de la Terre; *D* un point du plan de projection; *M* l'extrémité de l'atmosphère réfractive, c'est-à-dire, le point où la réfraction cesse d'avoir lieu; l'angle *TDM* sera l'angle que paroîtra soutenir le rayon du cercle terminateur extérieur; mais *TD* est à *TM* comme le sinus total



est au sinus de l'angle  $TDM$ ; donc  $\sin. TDM = \frac{TM \times \sin. total}{TD}$ ; Fig. 19.

de plus,  $TM = r + h$ ;  $TD = \frac{r}{\sin. \pi}$ ; donc

$$(1) \text{ rayon du cercle terminateur extérieur} = \frac{(r + h) \sin. \pi}{r}.$$

(295.) Ce que nous venons de dire se réduit à ce qui Fig. 22.  
s'ensuit. Imaginons le disque du Soleil prolongé indéfiniment;  
sur ce plan, prenons un point  $B'$  dont la distance  $SB'$  au  
centre  $S$  du Soleil soit donnée par l'équation.

$$(1) \text{ Distance } SB' = \delta \frac{\sin. \pi}{r}.$$

Dans cette équation,  $\delta$  exprime la distance d'un point  $B$   
quelconque pris sur le plan de projection, au centre  $L$  de  
l'ombre sur le même plan. La distance  $SB'$  doit être prise  
sur l'intersection d'un plan vertical qui passe par l'axe de  
l'ombre, mais du côté opposé au point  $B$ , par rapport à  
l'axe de l'ombre. De ce point ainsi déterminé, comme  
centre, traçons deux cercles, qui auront respectivement  
pour rayons,

$$(2) \text{ rayon 1.<sup>er</sup> cercle termin.} = (1 - 52,236 \times \frac{\sin. \pi}{r}) \text{ tang. } (1^d 5' 50''),$$

$$(3) \text{ rayon du second cercle terminateur} = (r + h) \frac{\sin. \pi}{r},$$

& l'on aura les deux cercles qui fixeront sur le disque solaire  
les points dont la lumière parviendra au point  $B$ , en se  
réfractant dans l'atmosphère terrestre.

(296.) On doit sentir maintenant l'usage des cercles termi-  
nateurs. Supposons en effet, que sur le plan du disque solaire  
prolongé, s'il est besoin, on ait tracé les deux cercles en  
question, & que l'on ait tracé pareillement à la distance  
convenable le disque du Soleil; les différens points, soit du  
disque du Soleil, soit de l'azur céleste, qui, relativement au  
point  $B$  du plan de projection, se trouveront engagés dans  
l'atmosphère de la Terre, seront ceux compris depuis les  
points  $T, T_1, T_2$ , &c. pris sur la circonférence du premier

Fig. 22. cercle terminateur, jusqu'aux points correspondans  $t$ ,  $t_1$ ,  $t_2$ , &c. pris sur la circonférence du second cercle. Si dans ces droites il se trouve quelque portion du disque solaire, la même portion paroîtra dans l'atmosphère de la Terre; & ces portions paroîtront placées dans le même ordre, en partant de la circonférence de la Terre, qu'elles le sont dans les droites  $TB't$ ,  $T_1B't_1$ ,  $T_2B't_2$ , en partant des points  $T, T_1, T_2$ . On remarquera seulement que comme la totalité des phénomènes se passe dans l'atmosphère de la Terre; que par conséquent, relativement à l'Observateur placé au point  $B$  du plan de projection, les droites  $TB't$ ,  $T_1B't_1$ ,  $T_2B't_2$ , &c. ne paroissent, en vertu de la réfraction, occuper qu'un espace égal à l'atmosphère de la Terre, il faudra, pour placer les différentes portions de ces lignes dans l'atmosphère terrestre, les diminuer dans la proportion de l'angle que paroît occuper cette atmosphère, à la somme des rayons des deux cercles terminateurs. Nous donnerons dans la suite une proportion encore plus exacte.

*De la figure du disque du Soleil, vu à travers l'atmosphère de la Terre.*

(297.) Nous avons maintenant une idée de ce qui se passe dans l'atmosphère de la Terre, relativement à un Observateur supposé au point  $B$  du plan de projection; & nous pouvons calculer la quantité de lumière qu'il reçoit, en faisant toutefois abstraction de la perte que la densité de l'atmosphère occasionne. Nous pouvons même avoir une idée de la figure déformée du disque du Soleil, transmise par cette atmosphère. En effet, les points  $T, T_1, T_2$ , &c. seront ceux qui paroîtront à la circonférence de la Terre, & les droites  $TB't$ ,  $T_1B't_1$ ,  $T_2B't_2$ , &c. diminuées dans le rapport prescrit ci-dessus, paroîtront occuper l'atmosphère de la Terre. Quant à la position de ces différentes droites, relativement au centre de la Terre, elle sera facilement connue, en la rapportant au premier vertical; c'est-à-dire au plan qui passe par le point  $B$  dont il s'agit, & par le centre de l'ombre.

(298.)

(298.) On remarquera d'abord, qu'en vertu de la réfraction, toute la surface du premier cercle terminateur, est transmise deux fois aux points  $B$ . Soit en effet la ligne  $TB't$ ; cette ligne, en partant du point  $T$  de la circonférence de la Terre, paroîtra toute entière dans l'atmosphère terrestre. Supposons maintenant que le point  $T$  ait passé en  $T_3$ ; la ligne  $T_3 B' t_3$  occupera pareillement l'atmosphère de la Terre, en partant du point  $T_3$  de la circonférence de la Terre, diamétralement opposé au point  $T$ ; mais la partie  $TB'T_3$  est commune à ces deux lignes; le point  $B$  verra donc deux fois la partie  $TB'T_3$ . Et comme on peut dire la même chose de tous les diamètres du petit cercle terminateur, il est clair que toute la surface de ce cercle transmettra deux fois la lumière au point  $B$ . Fig. 22.

(299.) Il suit de-là, qu'abstraction faite de la perte de la lumière dans l'atmosphère terrestre, tous les points  $B$  du plan de projection, relativement auxquels le petit cercle terminateur est compris dans le disque solaire, sont plus éclairés que ceux, relativement auxquels le petit cercle terminateur est extérieur au disque solaire. Nous remarquerons enfin que par-delà le second cercle terminateur, la lumière est transmise au point  $B$  sans passer par l'atmosphère terrestre.

(300.) Lorsque le petit cercle terminateur est tout entier sur le disque du Soleil, cet astre paroît envelopper la Terre, comme un anneau lumineux, mais avec une épaisseur différente; à moins que le centre du petit cercle ne coïncide avec celui du Soleil, ce qui n'a lieu que pour le centre de l'ombre.

(301.) Lorsque le petit cercle terminateur s'étend en partie sur le disque du Soleil, & en partie hors du disque, l'anneau n'entoure plus notre Globe; mais on voit à la circonférence de la Terre, comme deux anses lumineuses, séparées l'une de l'autre, & d'inégale grandeur. L'une de ces anses paroît adhérente à la Terre par tous ses points. La plus

grande anse n'y est point adhérente, & l'on peut voir l'azur du Ciel entre l'anse & la Terre.

(302.) Lorsque le petit cercle terminateur est totalement hors du disque du Soleil, la plus petite des anses, celle qui paroïssoit adhérente à la Terre, a disparu; & l'on ne voit que l'autre anse qui laisse passer de l'azur du Ciel entr'elle & la Terre. Ces résultats vont être rendus sensibles par les calculs suivans.

Fig. 22. (303.) Si l'on nomme

$\rho'$  le rayon du petit cercle terminateur,

$\rho''$  le rayon du grand cercle terminateur,

$\Delta$  le rayon du disque solaire,

$\epsilon'$  la distance du centre  $B'$  des cercles terminateurs au centre  $S$  du disque du Soleil.

Je suppose que ces grandeurs, dont nous avons donné ci-devant les expressions, sont évaluées en minutes & secondes de degré.

Il est clair, que si l'on cherche les équations polaires aux cercles terminateurs, & au disque du Soleil, en prenant le point  $B'$  du disque solaire pour origine des rayons vecteurs, & en comptant les angles traversés depuis la droite  $B'S$  qui joint les centres  $B'$  &  $S$  des cercles terminateurs & du Soleil, & qu'enfin, l'on nomme

$R$  le rayon vecteur du petit cercle terminateur,

$R'$  le rayon vecteur du disque solaire,

$R''$  le rayon vecteur du grand cercle terminateur,

$\phi$  l'angle traversé;

on aura, pour équation au petit cercle terminateur,

$$(1) R = \rho';$$

pour équation au disque du Soleil,

$$(2) R'^2 - \frac{2\epsilon'R'\cos\phi}{r} + \epsilon'^2 - \Delta^2 = 0;$$

pour équation au grand cercle terminateur,

$$(3) R'' = \rho''.$$

Les équations (1) & (3) sont évidentes; quant à l'équation (2), elle se démontre par le procédé suivant. Du centre  $S$  du Soleil, menons à un point  $M$  quelconque du disque, Fig. 22. le rayon  $SM$ ; & du point  $B'$ , menons le rayon vecteur  $B'M$ ; du point  $M$ , abaissons sur la droite  $SB'$ , la perpendiculaire  $MN$ ; il est clair, que  $B'N$  aura pour expression

$\frac{B'M \cos. \varphi}{r}$ ; que  $MN$  fera égal à  $\frac{B'M \sin. \varphi}{r}$ , & que  $SN$

fera égal à  $B'N - SB' = \frac{B'M \cos. \varphi}{r} - \epsilon'$ ; mais

$SM^2 = MN^2 + SN^2$ ; &  $B'M = R'$ ; donc

$SM^2 = R'^2 - \frac{2 R' \epsilon' \cos. \varphi}{r} + \epsilon'^2$ ; d'ailleurs  $SM = \Delta$ ;

l'équation (2) est donc démontrée.

(304.) De l'équation (2) du *paragraphe précédent*, l'on tire

$$R' = \frac{\epsilon' \cos. \varphi}{r} \pm \sqrt{\Delta^2 - \frac{\epsilon'^2 \sin.^2 \varphi}{r^2}}.$$

Maintenant, il est évident que l'espace  $T_3 m$  compris dans l'atmosphère terrestre, entre notre Globe & le disque du Soleil, est égal au rayon  $T_3 B'$  du petit cercle terminateur, plus la plus petite des deux valeurs précédentes de  $R'$ ; que la partie  $mm'$  du disque solaire, comprise dans l'atmosphère, est égale à la différence des deux valeurs de  $R'$ ; & qu'enfin, la partie  $t_3 m'$  de l'azur du ciel, qui se trouve par-delà le disque du Soleil, est égale au rayon vecteur du grand cercle terminateur, moins la plus grande des deux valeurs de  $R'$ ; on a donc

(1) Espace compris dans l'atmosphère entre la Terre & le disque du Soleil.

$$= \rho' + \frac{\epsilon' \cos. \varphi}{r} - \sqrt{\Delta^2 - \frac{\epsilon'^2 \sin.^2 \varphi}{r^2}};$$

(2) Partie du disque solaire, comprise dans l'atmosphère

$$= 2 \sqrt{\Delta^2 - \frac{\epsilon'^2 \sin.^2 \varphi}{r^2}};$$

(3) Partie de l'azur du ciel qui se trouve par-delà le disque du Soleil dans

$$\text{l'atmosphère} = \rho'' - \frac{\epsilon' \cos. \varphi}{r} - \sqrt{\Delta^2 - \frac{\epsilon'^2 \sin.^2 \varphi}{r^2}}.$$

Z z ij

(305.) Si  $\varphi' + \frac{\epsilon' \cos. \varphi}{r} - \sqrt{(\Delta^2 - \frac{\epsilon'^2 \sin.^2 \varphi}{r^2})}$  est une quantité négative, il y a contact entre notre globe & l'anneau lumineux. Si au contraire, cette quantité est positive, on voit l'azur du ciel entre notre globe & l'anneau lumineux.

(306.) Si  $\sqrt{(\Delta^2 - \frac{\epsilon'^2 \sin.^2 \varphi}{r^2})}$  est imaginaire, aucune partie du disque du Soleil ne se trouve dans la direction dont il s'agit, soit dans l'atmosphère de la Terre, soit hors de cette atmosphère.

(307.) Si  $\varphi' + \frac{\epsilon' \cos. \varphi}{r} - \sqrt{(\Delta^2 - \frac{\epsilon'^2 \sin.^2 \varphi}{r^2})}$  surpasse  $\varphi''$ , aucune partie du disque du Soleil ne se trouve engagée dans l'atmosphère terrestre, dans la direction dont il s'agit.

(308.) Si  $\varphi' + \frac{\epsilon' \cos. \varphi}{r} - \sqrt{(\Delta^2 - \frac{\epsilon'^2 \sin.^2 \varphi}{r^2})}$  étant moindre que  $\varphi''$ ,  $\varphi' + \frac{\epsilon' \cos. \varphi}{r} + \sqrt{(\Delta^2 - \frac{\epsilon'^2 \sin.^2 \varphi}{r^2})}$  est plus grand que  $\varphi''$ , une partie du disque du Soleil se trouve engagée dans l'atmosphère terrestre dans la direction dont il s'agit; & une autre partie est hors de l'atmosphère. L'on a alors

$$\text{Partie engagée dans l'atmosphère} = \varphi'' - \varphi' - \frac{\epsilon' \cos. \varphi}{r} + \sqrt{(\Delta^2 - \frac{\epsilon'^2 \sin.^2 \varphi}{r^2})}$$

*De la quantité de lumière que recevrait un point quelconque du plan de projection, si cette quantité de lumière étoit proportionnelle à la portion du disque du Soleil, vue de ce point.*

(309.) Il seroit facile de déterminer la quantité de lumière que recevrait un point quelconque du plan de projection, si cette quantité de lumière étoit proportionnelle à la portion du disque du Soleil, vue de ce point. Pour y parvenir, il faudroit considérer les trois cercles dont les rayons sont respectivement  $\varphi'$ ,  $\varphi''$ ,  $\Delta$ ; en observant que le centre de celui

qui a  $\Delta$  pour rayon est situé à la distance  $\epsilon'$  du centre des deux autres cercles. Supposons maintenant dans l'équation (2) du §. 303, que  $R'$  égale successivement  $\rho'$  &  $\rho''$ , & elle deviendra

$$(1) \cos. \varphi = \frac{(\rho'^2 + \epsilon'^2 - \Delta^2) \times r}{2 \rho' \epsilon'};$$

$$(2) \cos. \varphi = \frac{(\rho''^2 + \epsilon'^2 - \Delta^2) \times r}{2 \rho'' \epsilon'}.$$

Ce sont les équations aux intersections des cercles terminateurs avec le disque du Soleil. Voyons l'usage de ces équations.

(310.) Dans la première de ces deux équations, si  $\cos. \varphi$  est négatif, & en même-temps plus grand que le sinus total, le petit cercle terminateur n'a point d'intersections avec le disque du Soleil; il est tout entier sur le disque de cet Astre; le point  $B$  du plan de projection reçoit toute la lumière du disque du Soleil, & de plus, il reçoit deux fois celle de la surface du petit cercle terminateur.

(311.) Lorsque  $\cosinus \varphi$  est positif ou négatif, mais en même-temps moindre que le sinus total; le point  $B$  reçoit toute la lumière du disque du Soleil, & de plus il reçoit deux fois celle de la partie de la surface du petit cercle terminateur qui se confond avec le disque solaire. Pour déterminer cette partie, je remarque que si  $m'N'M'MNm$  Fig. 23. représente le disque solaire,  $mnMK$  le petit cercle terminateur, &  $MPm$  la corde menée par les points d'intersection  $mM$  de ces deux cercles; la partie commune est égale à la surface  $MnmPM$  du petit cercle terminateur, plus, la surface  $MNmPM$  du disque du Soleil. Or, ces surfaces sont aisées à calculer. En effet, l'équation (1) du §. 309 fait connoître le secteur  $nB'M$ , d'où en soustrayant la surface du triangle  $MB'P$ , on aura la surface  $nPM$ , dont le double égale la surface  $MnmPM$ . On connoîtra pareillement l'angle  $MSN$ , & par conséquent le secteur  $MSN$ ; puisqu'à cause du triangle  $MSB'$ , on a  $\sin. MSB'$  est à  $\sin. MB'S$ , comme  $MB'$  à  $SM$ , comme  $\rho'$  est à  $\Delta$ ; ou  $\sin. MSB' = \frac{\rho' \sin. \varphi}{\Delta}$ .

On déterminera donc la surface  $MNmPM$ , comme on a déterminé la surface  $MnmPM$ .

(312.) Lorsque  $\cos \phi$  est positif & plus grand que le sinus total, le petit cercle terminateur n'a point d'intersections avec le disque du Soleil; il est extérieur au disque de cet Astre; le point  $B$  du plan de projection ne reçoit doublement la lumière d'aucun des points du disque du Soleil; mais alors il faut examiner si la valeur de  $\cos \phi$ , tirée de l'équation (2) du §. 309, est plus grande ou plus petite que le sinus total; & si d'ailleurs  $\epsilon' + \Delta$  est plus grand ou plus petit que  $\rho''$ , c'est-à-dire, si la somme du rayon du disque du Soleil & de la distance des centres des cercles terminateurs & du disque solaire est plus grande ou plus petite que le rayon du grand cercle terminateur.

(313.) Lorsque  $\epsilon' + \Delta$  étant plus grand que  $\rho''$ , c'est-à-dire, lorsque la somme du rayon du disque du Soleil, & de la distance des centres des cercles terminateurs & du disque du Soleil, étant plus grande que le rayon du grand cercle terminateur, la valeur de  $\cos \phi$  tirée de l'équation (2) du §. 309 est plus grande que le sinus total, le disque du Soleil est entièrement par-delà l'atmosphère de la Terre.

(314.) Lorsque  $\epsilon' + \Delta$  étant plus petit que  $\rho''$ ; c'est-à-dire lorsque la somme du rayon du disque solaire, & de la distance des centres des cercles terminateurs & du disque du Soleil, étant plus petite que le rayon du grand cercle terminateur, la valeur de  $\cos \phi$  tirée de l'équation (2) du §. 309, est plus grande que le sinus total, le disque du Soleil est entièrement dans l'atmosphère terrestre, & le point  $B$  du plan de projection reçoit toute la lumière du Soleil au travers de cette atmosphère.

(315.) Lorsque  $\epsilon + \Delta$  étant plus petit que  $\rho''$ , la valeur de  $\cos \phi$ , tirée de l'équation (2) du §. 309, est plus petite que le sinus total, une partie du disque du Soleil se trouve engagée dans l'atmosphère de la Terre. Pour déterminer cette partie,



je remarque que si  $m' N' M' MNm$  représente le disque solaire, Fig. 23.  $M' n' m'$  le grand cercle terminateur, &  $M' P' m'$  la corde menée par les points d'intersection de ces deux cercles; la partie du disque solaire située au-delà de l'atmosphère de la Terre, est égale à la surface  $M' N' m' P' M'$  du disque solaire, moins la surface  $M' n' m' P' M'$  du grand cercle terminateur. Or ces deux surfaces sont aisées à calculer. En effet, l'équation (2) du §. 309 fait connoître le secteur  $M' B' n'$ ; d'où en soustrayant la surface du triangle  $M' B' P'$ , on aura la surface  $M' n' P'$ , dont le double égale la surface  $M' n' m' P' M'$ . On connoîtra pareillement l'angle  $M' S N'$  supplément de l'angle  $M' S B'$ , puisqu'à cause du triangle  $M' S B'$ , on a  $\sin. M' S B' = \frac{\rho'' \sin. \phi}{\Delta}$ ; on connoîtra donc le secteur  $M' S N'$ , & la surface du triangle  $M' S P'$ ; & par conséquent la surface  $M' N' m' P' M'$ , de laquelle si l'on soustrait la surface  $M' n' m' P' M'$  trouvée précédemment, on aura l'expression de la partie  $M' N' m' n' M'$  du disque du Soleil qui est au-delà de l'atmosphère de la Terre; on conclura donc la partie du disque dont la lumière se transmet au point  $B$  du plan de projection, en passant par l'atmosphère de la Terre.

(316.) Si la quantité de lumière que reçoit un point quelconque du plan de projection, étoit proportionnelle à la quantité du disque du Soleil que ce point aperçoit au travers de l'atmosphère de la Terre, nous aurions l'expression de l'illumination de ce point; mais ce dernier Problème se trouve compliqué de beaucoup de difficultés physiques, relatives à l'extinction de la lumière du Soleil en passant par l'atmosphère de la Terre; il faut donc avoir égard à cet élément. Nous nous occuperons de ces recherches dans un Article particulier, lorsque nous aurons résolu quelques questions qui permettront de donner à la Solution la plus grande généralité qu'elle peut avoir.

## SECTION HUITIÈME.

*De la hauteur à laquelle passe dans l'atmosphère, le rayon lumineux qui transmet à un Observateur situé sur le plan de projection, un point quelconque du disque du Soleil; & de la route de ce rayon lumineux dans l'atmosphère.*

(317.) Avant de calculer la quantité de lumière que reçoit un point quelconque du plan de projection à travers l'atmosphère de la Terre; il faut déterminer la hauteur à laquelle passe dans l'atmosphère, le rayon lumineux qui transmet à un point quelconque du plan de projection, un point quelconque du disque du Soleil; ainsi que la route de ce rayon lumineux dans l'atmosphère; je m'explique.

Fig. 22. Soit  $T_1, T_2, T_3$ , &c. le petit cercle terminateur;  $t_1, t_2, t_3$ , &c. le grand cercle terminateur;  $B'$  le centre de ces cercles sur le disque du Soleil. Relativement à un observateur placé en un point  $B$  du plan de projection, il est évident que tous les points situés sur les droites  $T_1 t_1, T_2 t_2$ , &c. parviennent au point  $B$  du plan de projection; mais la hauteur à laquelle passent dans l'atmosphère, les rayons émanés de ces différens points, est différente, ainsi que la route qu'ils décrivent dans cette atmosphère. Le rayon, par exemple, émané du point  $T_1$  parvient au point  $B$  du plan de projection, en rasant la Terre, tandis que le rayon émané du point  $t_1$  passe à l'extrémité de l'atmosphère. Il y a donc une relation entre la position des différens points de la ligne  $T_1 t_1$ , la hauteur à laquelle le rayon lumineux passe dans l'atmosphère, & la route de ce rayon lumineux. Nous allons nous occuper de ces relations.

(318.) Pour déterminer la relation entre les différens points de la ligne  $T_1 t_1$ , & la hauteur à laquelle le rayon lumineux passe dans l'atmosphère; je reprends l'équation (1) du §. 254, dans laquelle je substitue à  $x$ , la valeur tirée de

de l'équation (4) du §. 245; & je l'écris sous la forme suivante,

$$(1) \left[ 1 - \frac{(R - R'')}{a R''} \right] R \cos. (a - 1) z - R'' r = 0.$$

J'observe que dans cette équation générale à toutes les trajectoires des différens rayons lumineux,  $R$  exprime le rayon vecteur; que l'origine est au centre de la Terre; que  $R''$  est le rayon vecteur particulier qui répond au sommet de la trajectoire; que  $z$  est l'angle que fait la tangente à un point quelconque de la courbe, avec la tangente particulière correspondante au sommet, tangente que je suppose perpendiculaire au rayon  $R''$ .

Dans le cas du rayon lumineux qui rase la Terre,  $R'' = R'$ ;  $R'$  étant d'ailleurs le rayon de la Terre, que je suppose sphérique.

(319.) Imaginons maintenant un rayon lumineux émané d'un des points du disque du Soleil, & qui passe à une hauteur  $h$  de l'atmosphère; il est évident que si l'on nomme

$h$  la hauteur totale de l'atmosphère,

$h'$  la hauteur à laquelle passe le rayon particulier dont il s'agit,

$R'$  le rayon de la Terre;

$z''$  l'angle particulier que fait avec la tangente correspondante au sommet de la trajectoire, la direction du rayon lumineux, lorsqu'il s'engage dans l'atmosphère de la Terre.

& que l'on conserve toutes les dénominations précédentes; l'on aura pour le point particulier où le rayon s'engage dans l'atmosphère,  $R = R' + h$ ;  $R'' = R' + h'$ ; de plus,  $z = z''$ ; & l'équation du §. 318 deviendra, en négligeant les quantités infiniment plus petites que les autres,

$$(1) \left[ 1 - \frac{(h - h')}{a R'} \right] \times (R' + h) \cos. (a - 1) z'' - r (R' + h') = 0.$$

C'est la relation entre la hauteur de l'atmosphère réfractive, & la hauteur à laquelle passe le rayon qui fait avec la tangente

correspondante au sommet de la trajectoire, l'angle  $z''$ , à l'instant où il s'engage dans l'atmosphère de la Terre.

(320.) La première des questions proposées n'est pas encore résolue, mais l'équation précédente va mener directement à la solution du Problème. En effet, le rayon lumineux dont il s'agit, & à qui les propriétés déterminées par l'équation (1) du paragraphe précédent, conviennent, doit, indépendamment de cela, avoir la propriété particulière de tomber sur le point  $B$  du plan de projection, après sa double réfraction dans l'atmosphère terrestre. Il faut donc que l'expression générale de la distance du point  $B$ , au point où ce rayon coupe l'axe après sa double réfraction, soit nulle.

Or, dans nos suppositions, si l'on nomme

$G$  la distance du point  $s$  du Soleil au point  $S$ ; j'entends par  $S$  le point du disque solaire situé dans le prolongement de la droite qui joint le point  $B$  du plan de projection & le centre de la Terre,

$\pi$  la parallaxe du plan de projection, c'est-à-dire, l'angle sous lequel le demi-diamètre de la Terre est vu à la distance de ce plan,

l'expression de la distance du point  $B$  au point où le rayon doublement réfracté coupe l'axe, a pour expression (§. 268)

$$\frac{r(R' + h')}{\sin. \pi} - \frac{ar(R' + h')^2}{[a(R' + h') - h + h'] \sin. (2z'' - \text{parall. horiz. du Soleil} - G)}$$

donc dans le cas dont il s'agit, puisque cette distance doit être nulle, on a

$$(1) \sin. (2z'' - \text{parall. horiz. du Soleil} - G) - \frac{a(R' + h') \sin. \pi}{a(R' + h') - h + h'} = 0;$$

mais  $\frac{a(R' + h')}{a(R' + h') - h + h'}$  approche d'être égal à 1, & a pour valeur moyenne 1,001; donc, sans erreur sensible,

$$(2) \sin. (2z'' - \text{parall. horiz. du Soleil} - G) - 1,001 \sin. \pi = 0.$$

Donc enfin, attendu que 1,001  $\sin. \pi$  égale sensiblement  $\sin. 1,001 \pi$ ,

(3)  $2\epsilon''$  — parall. horiz. du Soleil —  $G - 1,001\pi = 0$ ;

& l'équation (1) du §. 319, devient

$$(4) (aR' - h + h') \times (R' + h) \cos. \left[ \left( \frac{a-1}{2} \right) \times (G + \text{par. hor. } \odot + 1,001\pi) \right] \\ - arR'(R' + h) = 0.$$

C'est la relation demandée entre la hauteur à laquelle passe dans l'atmosphère, le rayon lumineux émané du point  $s$ , & la distance  $G$  de ce point  $s$  au point  $S$ . On peut voir ce que nous avons dit sur le signe de la quantité  $G$  dans le §. 270.

La première question proposée est donc résolue.

(321.) Il n'est pas difficile de voir comment nous avons déduit de la valeur de  $DL'$  du §. 268, l'expression générale de la distance du point  $B$ , au point où le rayon doublement réfracté coupe l'axe de réfraction. En effet, dans l'équation du §. 268,  $R'$  exprimoit le rayon de la Terre, &  $h$  la hauteur totale de l'atmosphère au-dessus du rayon  $R'$ . Si donc nous considérons un rayon lumineux qui passe à une distance  $h'$  de la Terre, les résultats seront les mêmes que si l'on supposoit une nouvelle Terre, dont le rayon seroit égal à  $R' + h'$ ; mais dont la hauteur de l'atmosphère ne sera plus égale qu'à  $h - h'$ . Il a donc fallu substituer dans l'expression de  $D'L$  du §. 268,  $R' + h'$  à  $R'$ , &  $h - h'$  à  $h$ .

(322.) Il est facile d'avoir maintenant l'équation à la route du rayon lumineux qui transmet le point radiant  $s$  au point  $B$  du plan de projection. Soit, en effet,

$r'$  la quantité dont chaque rayon vecteur surpasse le rayon vecteur correspondant au sommet de la trajectoire; c'est-à-dire, celui qui a pour expression  $R' + h'$ .

Dans l'équation (1) du §. 318, substituons  $R' + h' + r'$  à  $R$ , &  $R' + h'$  à  $R''$ ; elle deviendra

A a a ij

$$(1) [a(R' + h') - r'] \times (R' + h' + r') \cos.(a - 1)z \\ - ar(R' + h')^2 = 0.$$

Ou en négligeant les quantités infiniment petites,

$$(2) [a(R' + 2h') + (a - 1)r'] \cos.(a - 1)z \\ - ar(R' + 2h') = 0.$$

Il ne s'agit que de substituer dans cette équation, la valeur de  $h'$ , tirée de l'équation (4) du §. 320 ; & la seconde question est résolue.

### SECTION NEUVIÈME.

*Des propriétés de la courbe qui représente la densité de l'atmosphère.*

(323.) Nous avons vu que les rayons lumineux qui parviennent à un point quelconque du plan de projection, ne passent pas tous à la même hauteur dans l'atmosphère. J'ai donné dans la Section précédente, la relation entre la hauteur à laquelle passe le rayon lumineux dans l'atmosphère, & la distance du point radiant, au point du disque qui se trouve dans le prolongement de l'axe de réfraction (c'est ainsi que j'appelle la droite qui joint le point du plan de projection pour lequel on calcule, & le centre de la Terre) ; j'ai donné pareillement l'équation à la trajectoire particulière du rayon lumineux émané du point radiant. Il est évident d'après cela, que les rayons qui parviennent au point  $B$  du plan de projection, ne décrivent pas tous un espace égal dans l'atmosphère ; & que d'ailleurs les parties de l'atmosphère qu'ils traversent, ne sont pas toutes également denses. Comme donc la perte de la lumière dans l'atmosphère dépend en partie & de l'espace parcouru & de la densité de cet espace ; il est nécessaire de connoître d'abord la loi de la densité de l'atmosphère.

(324.) La théorie & les observations barométriques,

s'accordent pour démontrer, que si  $AD$  représente la hauteur de l'atmosphère,  $A$  le point qui répond à la surface de la Terre,  $AB$ ,  $AC$  des hauteurs particulières;  $AE$ ,  $BF$ ,  $CG$ , les densités de l'atmosphère correspondantes à ces hauteurs; la courbe  $EFGH$  des densités, doit être telle que les ordonnées  $AE$ ,  $BF$ ,  $CG$ , &c. soient proportionnelles aux aires  $HDAE$ ,  $HDBF$ ,  $HDCG$ , &c. de la courbe. Soit donc

$x$  la hauteur d'un point quelconque de l'atmosphère,

$\Delta$  l'ordonnée de la courbe que je suppose proportionnelle à la densité correspondante de l'atmosphère,

$n$  une quantité qui doit se déterminer par expérience. Nous verrons que c'est la sous-tangente de la logarithmique, dont les ordonnées représentent les densités,

$e$  le nombre dont le logarithme hyperbolique  $= 1$ ,

$D$  la densité de l'atmosphère à la surface de la Terre;

on aura, d'après nos constructions,

$$(1) \Delta = - \frac{\int \Delta dx}{n}.$$

J'ai supposé la hauteur de l'atmosphère assez petite pour négliger les petites différences entre les attractions que les différens points de l'atmosphère éprouvent de la part de la Terre.

(325.) De l'équation précédente, l'on tire  $\frac{d\Delta}{\Delta} = - \frac{dx}{n}$ ;  
& en intégrant,

$$(1) \text{Log. } \Delta = - \frac{x}{n} \text{Log. } e + A;$$

$A$  est une constante ajoutée dans l'intégration.

Mais lorsque  $x = 0$ ;  $A$  qui est alors égal à  $\text{Log. } \Delta$ , est aussi égal à  $\text{Log. } D$ , puisqu'alors  $\Delta = D$ ; donc

$$\text{Log. } \Delta - \text{Log. } D = - \frac{x}{n} \text{Log. } e;$$

$$\text{Log. } \left( \frac{\Delta}{D} \right) = - \frac{x}{n} \text{Log. } e;$$

$$\text{Log. } \left( \frac{\Delta}{D} \right) = \text{Log. } \frac{1}{e^{\frac{x}{n}}};$$

& en repassant aux nombres

$$(2) \frac{\Delta}{D} = \frac{1}{\frac{x}{e^n}};$$

$$(3) \Delta = \frac{D}{\frac{x}{e^n}}.$$

(326.) Pour déterminer maintenant la quantité  $n$ , je remarque que  $\text{Logarith. } D - \text{Logarith. } \Delta = \frac{x}{n}$ ; donc

$$n = \frac{x}{\text{Log. } D - \text{Log. } \Delta} = \frac{x}{\text{Log. } \frac{D}{\Delta}}. \text{ Supposons donc que}$$

l'on connoisse la densité de l'atmosphère en deux points, par exemple, à la surface de la Terre, & à une certaine hauteur particulière  $x'$ ; (ces densités sont comme les hauteurs du baromètre) on aura

$$(1) n = \frac{x'}{\text{Log. } \frac{D}{\Delta}};$$

Et si  $x'$  est exprimée en toises, la soutangente de la logarithmique qui représente les densités de l'atmosphère, sera exprimée en toises. Si  $x'$  est exprimée en parties du rayon de la Terre, la soutangente sera pareillement exprimée en parties du rayon de la Terre; & dans tous les cas  $\frac{x}{n}$  fera un nombre.

M. Bouguer a déterminé d'après des observations faites au Pérou, que la soutangente de la logarithmique qui répond aux densités de l'atmosphère, est de 4197 toises, ou de 128,44 parties, telles que le rayon de la Terre en contient 100000. Si donc dans l'équation (3) du §. 325, on exprime la hauteur de l'atmosphère en toises, on pourra faire  $n = 4197$ . Si on exprime la hauteur de l'atmosphère en parties du rayon de la Terre, on fera  $n = 128,44$ .



Nous remarquerons enfin que si l'on veut ramener l'équation (3) du §. 325, aux quantités définies dans les §. 319. & 322, on aura à cause de  $x = h' + r'$ ,

$$(2) \Delta = \frac{D}{\frac{h' + r'}{e \cdot n}}.$$

(327.) Ce que nous venons de dire sur la courbe des densités de l'atmosphère, peut faire naître une difficulté qu'il s'agit d'éclaircir. La nature de cette courbe est fondée sur le principe que les densités des différentes couches de l'atmosphère, sont proportionnelles au poids de l'atmosphère supérieure. La nature de la trajectoire du rayon lumineux, est fondée au contraire sur un autre principe qui consiste à regarder comme constant, l'excès de l'attraction de chaque couche inférieure de l'atmosphère, sur la couche supérieure. Ces principes sont absolument différens, puisque l'un conduiroit à regarder les densités des différentes couches de l'atmosphère, comme croissantes dans un rapport arithmétique, & l'autre suivant la loi des logarithmes. Les observations paroissent également démontrer ces deux principes; de sorte que si l'on vouloit, par exemple, appliquer à la recherche de la loi des densités, le principe d'après lequel on part pour calculer la trajectoire du rayon lumineux, on seroit conduit à des résultats évidemment faux; & réciproquement si l'on appliquoit à la recherche de la trajectoire du rayon lumineux, le principe d'après lequel on calcule les densités de l'atmosphère, on auroit des réfractions totalement différentes de celles données par les observations. Il faut donc conclure que, quelle qu'en soit la raison, la force réfractive n'est point proportionnelle à la densité des différentes couches de l'atmosphère, & laisser aux Physiciens à expliquer ce phénomène. Au reste, on pourroit dire avec quelque vraisemblance, que les différens airs qui composent l'atmosphère, n'étant point homogènes, il n'est pas plus étonnant que leur force réfractive ne soit pas proportionnelle à leur densité, qu'il ne

l'est de voir des substances hétérogènes, dont les forces réfractives ne suivent pas le rapport des densités.

(328.) On pourroit aussi demander, relativement aux questions qui vont suivre, si tous les points du disque du Soleil, fournissent une égale quantité de lumière. M. Bouguer remarque dans son *Traité d'Optique*, que si chaque point lumineux, jetoit indistinctement dans toutes les directions, une égale quantité de lumière; comme le nombre des points du disque du Soleil, que l'on voit sous un espace donné, est d'autant plus grand que ces parties sont vues plus obliquement, les parties du disque les plus voisines de la circonférence contiendroient un plus grand nombre de points lumineux; & le disque seroit d'un éclat infini vers les bords. Mais cette hypothèse paroît absolument contraire aux observations; M. Bouguer a même déterminé par des expériences multipliées, que si l'on compare le centre du Soleil, à un endroit du disque voisin de la circonférence, l'intensité de la lumière qu'on en reçoit, est dans le rapport de 48 à 35. Quoi qu'il en soit, comme cette question n'est pas éclaircie, & que d'ailleurs elle ne paroît pas susceptible d'être soumise au calcul, tant que la loi ne sera pas connue, je supposerai que tous les points du Soleil sont également lumineux.

*La longueur de ce Mémoire a obligé d'en renvoyer la suite à une autre année.*



Fig. 9.

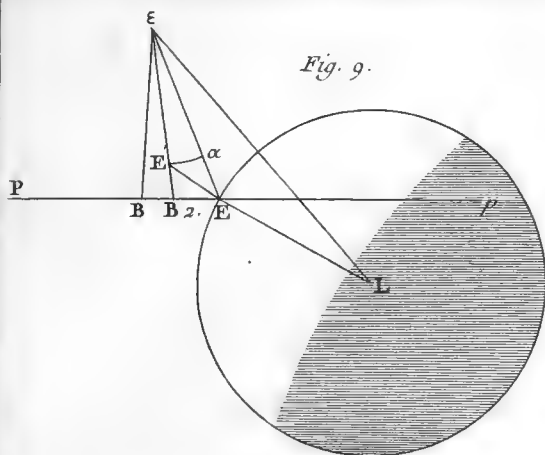


Fig. 10.

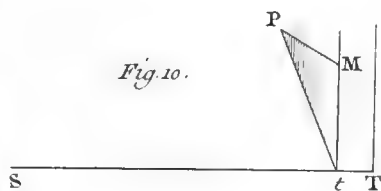


Fig. 12.

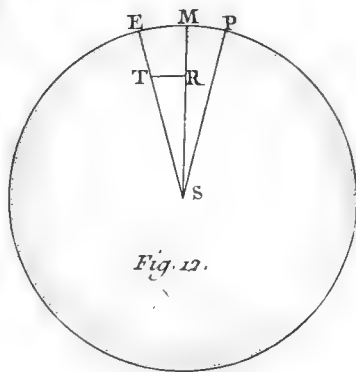


Fig. 11.

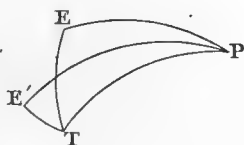


Fig. 13.

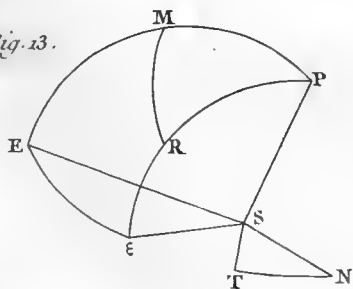


Fig. 14.

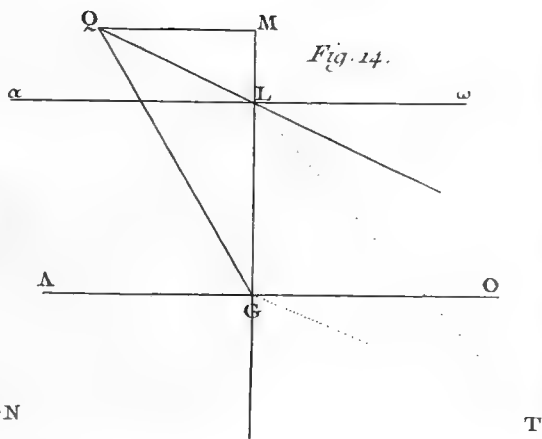




Fig. 15.

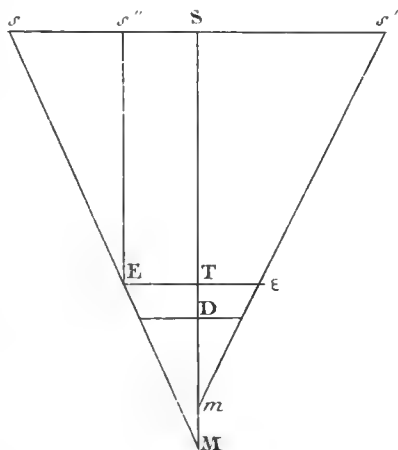


Fig. 17.

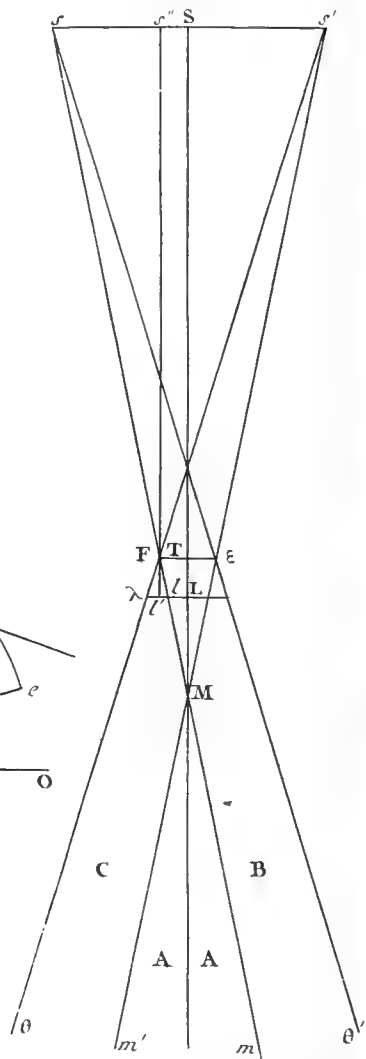
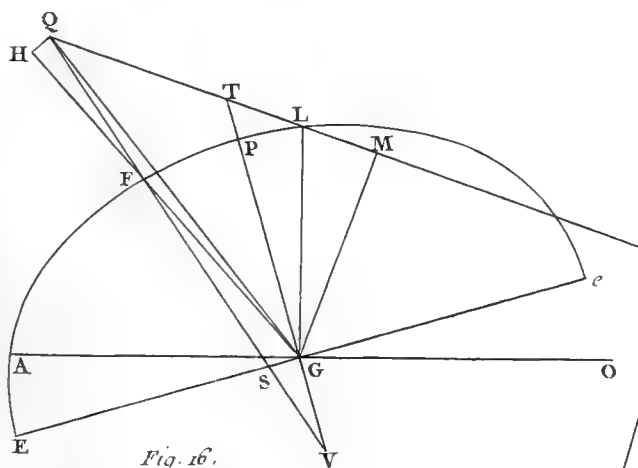


Fig. 16.















## RECHERCHES

*Sur les Méthodes qu'employent les Essayeurs pour fixer le titre des Matières d'Or, en déterminant en même temps la quantité d'Argent qu'elles peuvent contenir; & sur les moyens de perfectionner cette double opération.*

Par M. TILLET.

L'ESPRIT d'intérêt, lorsqu'il est porté trop loin dans le Commerce, conduit souvent à des abus, & quelquefois à des infidélités qui, d'abord peu marquées, tournent insensiblement, par l'habitude, en fraudes manifestes; mais lorsque ce même esprit d'intérêt est modéré & réglé par la bonne foi, il produit des effets utiles à la Société; il excite l'industrie, met de l'activité dans le travail, & y tend sans cesse à l'économie; animé sur-tout par la concurrence, il fait découvrir dans certaines branches de Commerce, des ressources qu'on y avoit négligées comme peu dignes, en apparence, qu'on s'en occupât, ou sur lesquelles on avoit été distrait par des avantages plus frappans qui s'étoient offerts d'un autre côté, & qu'il avoit été plus facile de recueillir.

Là  
le 3 Decemb.  
1777.

On voit un exemple bien sensible de cette attention à profiter de toutes les ressources que présente un Commerce particulier, dans celui des matières d'Or & d'Argent considérées comme telles simplement, & abstraction faite du prix qu'elles peuvent acquérir sous la main des Artistes.

Il est vraisemblable que de tout temps, lorsque l'argent s'est trouvé mêlé avec l'or, en quantité assez considérable, on a cessé de regarder le premier de ces métaux, comme un simple alliage du second; qu'on les a séparés, plus ou

Mém. 1776.

Bbb

moins complètement, pour profiter de leur valeur respective, & restituer à l'argent celle qu'il auroit perdue, par son mélange avec l'or, sans que le prix intrinsèque de celui-ci en eût reçu la plus légère augmentation.

Mais il n'en étoit point ainsi lorsque l'argent ne se trouvoit mêlé avec l'or qu'en petite quantité; loin de le séparer alors du métal le plus précieux, on le regardoit comme une portion d'alliage nécessaire aux vues qu'on avoit, lesquelles consistoient moins à conserver à l'or sa grande ductilité, qu'à donner à la matière alliée un ton de couleur qui s'éloignât le moins qu'il étoit possible de celle de l'or pur. On avoit remarqué, sans doute, que ce métal parfaitement affiné qu'on allie sur le pied d'un sixième, ou même d'un douzième en cuivre rouge, perd beaucoup de la couleur riche qui lui est propre, & que le cuivre, quoiqu'en petite quantité, la dégrade sensiblement, en lui communiquant la sienne.

On crut donc, qu'en faisant entrer une certaine portion d'argent dans l'alliage de l'or, on tempèreroit le rouge vis du cuivre, & on produiroit une nuance d'autant plus agréable qu'on s'écarteroit moins de la belle couleur de l'or.

Il étoit d'un usage trop constant & trop universel autrefois d'introduire ainsi, ou de laisser subsister une portion d'argent dans l'alliage de l'or dont on vouloit affoiblir le titre, soit pour la fabrication des espèces, soit à l'égard des différens ouvrages d'orfèvrerie, pour qu'on pût soupçonner, comme on l'a fait, que cet usage avoit sa source dans une négligence de la part de ceux qui le suivoient, ou dans un défaut de talent du côté des Affineurs, pour porter les matières à leur dernière pureté.

Quel que soit le motif qu'on ait eu anciennement pour laisser dans les matières d'or la portion d'argent qu'elles contenoient, ou pour y suppléer, lorsqu'il ne s'y en trouvoit point, il est certain qu'aujourd'hui, dans l'orfèvrerie, on n'emploie que le cuivre rouge & l'or fin pour obtenir les deux titres de 20 & de 22 karats, auxquels sont assujettis les deux sortes d'ouvrages qui sont formés de ce métal; aussi

remarque-t-on que l'or des bijoux sur-tout, au titre de 20 karats, est d'un rouge assez vif, & qu'il paroît encore plus tranchant, lorsqu'on y applique des ornemens en or de couleur, tels que ceux dans lesquels il entre une quantité réglée de fer, ou d'argent fin. Quant aux anciennes matières d'or, où l'argent faisoit partie de l'alliage, elles ne sont plus, ainsi mélangées, le fond des ouvrages courans; après avoir été refondues seules, ou avec d'autres matières composées également des deux métaux précieux, elles passent aux affinages pour en sortir parfaitement séparées & susceptibles ensuite des différens mélanges dont le goût des Artistes décidera. Mais, avant que ces matières soient remises aux affinages, il faut que la quantité précise d'or & d'argent qu'elles contiennent, soit déterminée; c'est sur le poinçon des Essayeurs des monnoies qui accompagne cette détermination fixe & distincte des lingots de cette espèce, qu'ils ont cours dans le Commerce, qu'ils y servent souvent à de nouveaux mélanges avec d'autres matières du même genre, mais où l'argent domine; & qu'enfin, revêtus encore, dans ce dernier état, du poinçon des Essayeurs ils parviennent aux affinages, après avoir servi à des combinaisons utiles aux Marchands d'argent, par les mains desquels ils ont passé.

Les Essayeurs ont deux méthodes pour fixer le titre d'un lingot d'or tenant argent, & pour apprécier en même temps la quantité de ce dernier métal que le lingot contient. On s'occupoit peu, il n'y a pas encore long-temps, quelque considérable que fût un lingot d'or, du léger bénéfice qui pouvoit résulter de la double opération de l'une ou l'autre de ces deux méthodes; on n'étoit attentif qu'au titre de l'or, comme beaucoup plus essentiel en lui-même, sur-tout quand il étoit un peu haut, & l'alliage, quel qu'il fût, n'étoit pas considéré; mais aujourd'hui le dédommagement seul des frais médiocres de l'essai, suffit quelquefois aux Propriétaires des lingots pour demander qu'il leur soit tenu compte de la petite portion d'argent qui s'y trouve mêlée; & c'est sur-tout dans ces circonstances, où le bénéfice est restreint à si peu

de chose, qu'il paroîtroit plus essentiel qu'une exactitude rigoureuse régât dans la double opération.

La première des deux méthodes dont il s'agit ici, consiste d'abord à prendre une quantité déterminée de la matière d'or tenant argent dont on veut faire l'essai ; cette quantité est ordinairement celle qui répond au poids principal de la semelle d'or, lequel représente 24 karats : après l'avoir pesée avec la plus grande précision, on la fait passer à la coupelle, au fourneau d'essai avec une quantité de plomb proportionnée à l'alliage dont on présume qu'est chargée la matière d'or qu'on essaye ; il est ordinaire, dans cette opération, d'employer dix ou douze fois autant de plomb qu'on a pris d'or pour le dépouiller de cuivre, en supposant que ce dernier métal entre pour un douzième ou environ dans la matière de l'essai.

Lorsque cette première opération est finie, & que le petit bouton d'or mêlé avec la portion d'argent qu'il contenoit, reste fixé sur le bassin de la coupelle, on l'en détache, & sans avoir besoin encore d'en constater le poids, on le réserve pour le comparer au résultat de la seconde opération que voici.

On prend de nouveau sur le même lingot, une portion de matière égale en poids à celle qui avoit été soumise à la première opération ; on y joint deux fois autant, ou environ, d'argent fin qui ne contienne aucune partie d'or ; on passe à la coupelle, avec une dose de plomb convenable, ces matières réunies ; & par la voie ordinaire du départ, on obtient un cornet d'or fin, qui en terminant l'essai, devient la base du calcul qu'il faut établir.

Je suppose que le bouton d'or mêlé d'argent, qu'avoit produit la première opération, pesoit 22 karats au lieu de 24 karats qui avoient fait d'abord la matière de l'essai ; je suppose en même temps que le cornet d'or fin, résultat de la seconde opération, ne pèse que 20 karats ; je vois alors, en comparant l'un avec l'autre, qu'il y a 2 karats de différence entr'eux, & j'attribue avec fondement l'excédant

de poids qu'à le bouton de la première opération sur le cornet de la seconde, à la portion d'argent que ce bouton a conservée, tandis que l'esprit de nitre la fait disparaître dans le cornet, en dissolvant encore tout l'argent fin qu'on y avoit joint.

L'Essayeur fixera donc la valeur intrinsèque de ce lingot, en portant le titre de l'or qu'il contient, à 20 karats, & en annonçant d'ailleurs, suivant son usage, qu'il s'y trouve 384 grains d'argent par marc.

Ce calcul ne se présente pas d'abord d'une manière nette à l'esprit; mais il se développe aux affinages où le lingot est remis. Le poids fictif de la semelle d'or est composé de 24 karats, & chacun d'eux se divise en  $\frac{32}{32}$ ; ainsi étant tous réduits en cette dernière fraction, ils forment un total de 768 trente-deuxièmes. Le poids de marc se divise en 4608 grains; chaque 32.<sup>e</sup> du poids fictif de la semelle d'or répond par conséquent à 6 grains du poids de marc, & conduit à un rapport en poids réel que l'usage a bientôt rendu familier.

Il en est de même du poids fictif de la semelle d'argent: il est composé de 12 deniers; chacun d'eux se divise en 24 grains; & le total de ce poids réduit en cette moindre fraction, est de 288 grains fictifs, qui répondent chacun à 16 grains réels du poids de marc.

C'est d'après ce rapport des poids fictifs établis pour les essais, avec le poids réel qui fait la règle du Commerce, qu'on calcule aux affinages la quantité de grains réels de matière pure, tant en or qu'en argent, que contiennent les lingots dont on y fait le départ, & que leurs propriétaires, en payant les droits fixés, retirent en total, mais épurés & distincts, les deux métaux essentiels qui étoient entrés dans ces lingots.

Il est facile de voir actuellement, pourquoi un Essayeur, en fixant le titre du lingot d'or, tenant argent, que j'ai pris pour exemple, annonceroit 384 grains réels d'argent par marc. On a remarqué qu'il se trouvoit sur le bouton de la première opération, un excédant de 2 karats, qui étoient

considérés comme argent pur ; ces 2 karats répondent en effet à 384 grains du poids de marc : il ne s'agiroit plus, pour faire rentrer dans le même ordre de calcul le titre de 20 karats, marqué sur ce lingot, que de le remplacer par la quantité de grains d'or, poids de marc qu'il représente, & d'annoncer qu'il seroit dû au Propriétaire de ce lingot, 3840 grains réels d'or fin par marc, & les 384 grains d'argent dont je viens de parler. Si je suis entré ici dans quelques détails qui m'écartent un peu de l'objet spécial que je me suis proposé, c'est parce qu'il est rare dans les Provinces, de trouver des Essayeurs instruits de ce point particulier de leur art, quoiqu'il soit aisé à saisir, & qu'il rentre, à un léger calcul près, dans l'ordre de leur travail. L'attention qu'ils voudront bien donner à ces premiers détails & aux expériences dont j'ai à rendre compte, les mettra en état de procurer quelquefois aux Orfèvres & aux Négocians répandus dans le royaume, une sorte de bénéfice sur les matières d'or tenant argent, dont ils ne sont pas avertis, ou qu'ils négligent, parce qu'ils n'ont pas la facilité de le faire apprécier sous leurs yeux. N'y eût-il dans l'opération dont il s'agit, que l'avantage de remettre en valeur, dans le Commerce, une portion d'argent qui n'y avoit aucun prix, comme alliage simple d'une matière plus précieuse : cet avantage, dans les circonstances où le bénéfice résultant du départ peut au moins en couvrir les frais, mériteroit seul qu'on y donnât une attention plus générale, & que la modicité de l'objet fût l'unique motif de l'abandonner.

La seconde méthode des Essayeurs, pour constater la quantité d'argent qui peut se trouver mêlée dans un lingot d'or, est plus simple que la première, & n'exige qu'une seule opération au fourneau d'essai ; elle ne demande même, au-delà d'un essai ordinaire, pour une matière d'or, dont on voudroit connoître le titre, qu'une précaution qui n'a rien de gênant, & un calcul simple qui rentre dans celui que la première méthode m'a donné lieu d'exposer.

On se borne en effet dans celle-ci à prendre sur la matière



qu'il est question d'essayer, le poids juste de 24 karats, & d'y ajouter, pour parvenir au départ, le double de ce poids en argent fin; je dis le double de ce poids, en supposant que le lingot, qui est la matière de l'épreuve, contient par lui-même très-peu d'argent; car une certaine quantité de ce dernier métal, qui se trouveroit mêlée dans le lingot, pourroit demander que l'argent mis par addition, & nécessaire au départ, n'allât pas au double du poids de 24 karats, & fût proportionné au moins sur la quantité d'argent qu'on présumeroit incorporé dans la matière de l'essai: il y auroit moins d'inconvénient cependant dans cette addition d'argent de départ, si elle passoit les bornes ordinaires, que si elle étoit au-dessous de la quantité que l'expérience a déterminée: mais il est d'une extrême conséquence pour la méthode dont je parle ici, que l'argent qu'on ajoute soit pesé avec précision, parce qu'il devient la base du calcul qu'on aura à établir, tandis que, dans un essai d'or ordinaire, il n'est destiné qu'à donner à l'or une certaine extension, & disparoît sans influer sur le résultat de l'opération.

Les 24 karats d'or chargés d'argent qui font la matière de l'essai, & le double du poids en argent fin ayant été pesés exactement, on les passe à la coupelle avec un gros & demi de plomb, ou environ; lorsque la totalité de la litharge s'est imbibée dans la coupelle, & que le bouton est fixé, on le détache; on examine s'il est bien net en dessous, & on le porte sur le champ à la balance, pour en constater avec soin le poids dont on conserve même une note, parce qu'il ne seroit plus possible de le vérifier, si on en avoit perdu le souvenir.

On suppose que ce bouton d'argent, chargé d'or, équivaut au poids de 70 karats  $\frac{1}{32}$ : on commence à conclure avec vraisemblance qu'il a perdu en alliage de cuivre 1 karats  $\frac{1}{32}$ , puisque la totalité de la matière, avant qu'elle passât au feu, étoit de 72 karats précis: on défalque ensuite des 70 karats  $\frac{1}{32}$ , poids du bouton épuré, les 48 karats d'argent fin qu'on avoit ajoutés pour parvenir au départ, & on regarde les 22 karats  $\frac{1}{32}$  qui restent, par cette soustraction, comme

devant fournir le produit net, tant en or qu'en argent, de la portion du lingot qu'on a prise pour essai. Ce bouton, du poids de 70 karats  $\frac{16}{32}$ , étant laminé, départi, recuit & réduit enfin en un cornet d'or pur, a bientôt instruit par la balance, & de son poids particulier, & de celui de la portion d'argent qui lui avoit été unie primitivement dans le lingot d'où l'un & l'autre étoient sortis : si ce cornet d'or en effet pèse 20 karats  $\frac{12}{32}$ , on aura, pour le poids de l'argent avec lequel il étoit mêlé, 2 karats  $\frac{4}{32}$ , puisqu'il ne restoit, comme on a vu, que 22 karats  $\frac{16}{32}$  pour représenter, non-seulement l'or contenu dans la matière de l'essai, mais encore la portion d'argent qui s'y trouvoit mêlée.

Quant à la manière de réduire à un calcul plus simple la valeur intrinsèque du lingot auquel l'essai dont il s'agit ici, seroit relatif, on voit clairement, d'après ce qui a été expliqué plus haut, que ce lingot contiendrait 3912 grains réels d'or par marc, & 408 grains d'argent. Telles sont les deux méthodes que j'avois à exposer; les Essayeurs en ont le choix, & suivent celle qu'ils ont une fois adoptée : mais l'une & l'autre ne sont point exactes; & tandis que le défaut de précision, dans la première, procure un avantage au propriétaire d'un lingot, en nuisant à celui qui l'achette, l'imperfection de la seconde est préjudiciable, dans certaines circonstances, à ce même propriétaire, en devenant favorable à celui qui l'acquiert. Ce n'est point ici le moment de montrer ce qu'il y a d'inexact dans ces méthodes, bornées uniquement aux opérations qu'on y suit, & que j'ai fidèlement décrites : le grand nombre d'expériences que j'ai faites à ce sujet, que j'ai variées de toutes les manières, mais dont il suffira que je cite une partie, ces expériences conduiront elles-mêmes à la connoissance du vice radical de ces méthodes, quoique peu considérable en apparence; elles prouveront la nécessité de rendre le travail plus étendu, afin de lui donner de la précision; & par le jour qu'elles répandront sur les opérations ordinaires, on jugera sur le champ des moyens qu'il y a de les perfectionner.

Les Essayeurs, accoutumés à une certaine durée dans leur travail & aux soins bornés qu'il exige, verront peut-être avec peine que la route que je leur indique est plus longue que celle qu'ils suivent, & demandera de leur part une nouvelle application; mais cette route est certaine, l'équité la réclame, & les Essayeurs, en se rendant jaloux de leur art, y trouveront une satisfaction que l'exacte vérité, dans les opérations délicates, ne manque jamais de donner.

Il eût été difficile que les Essayeurs, dans la marche ordinaire de leur travail, se fussent aperçus de l'imperfection des deux méthodes que je viens d'expliquer, & dont un long usage semble garantir la précision, tant qu'ils ne les auroient appliquées qu'à des matières inconnues, & qu'ils n'auroient pas eu par eux-mêmes des preuves évidentes de l'incertitude de leurs rapports. Il étoit bien possible sans doute de réitérer les opérations, de prévenir ou de réparer de légers accidens auxquels elles sont sujettes, d'engager plusieurs Essayeurs à s'exercer sur une seule & même matière, de rapprocher ensuite les titres plus ou moins différens qu'ils auroient annoncés, & de finir par le résultat moyen de ces épreuves multipliées. Ce résultat auroit pu même, par une combinaison heureuse, déterminer la quantité juste d'or & d'argent qui seroit entrée dans un lingot; mais on reconnoîtra bientôt que malgré cette précision fortuite, pour ainsi dire, l'opération, considérée en elle-même, n'eût pas porté encore sur une base exacte, & qu'on n'auroit pas pu se flatter avec fondement de revenir, par des épreuves nouvelles, à cette grande précision qu'on avoit faisie en premier lieu.

Je sentis donc qu'afin de partir d'un point fixe, & qui ne me laisât aucun doute sur les conséquences que j'aurois à tirer, il falloit d'abord que je composasse moi-même la matière sur laquelle toutes mes épreuves devoient rouler, & que je pusse compter sur le mélange parfait des trois métaux qui y entroient.

Dans la crainte qu'en les fondant en masse un peu forte, je n'obtinsse pas ce mélange complet, si essentiel aux expériences

que je projetois, je me déterminai à les fondre sur un charbon, au feu de lampe des Émailleurs; je me bornai alors à une petite quantité de matière, c'est-à-dire à un ou deux gros tout au plus, pour le poids des trois métaux réunis. S'il étoit important qu'ils fussent bien mélangés, il ne l'étoit pas moins que chacun d'eux fût très-pur; que l'or & l'argent sur-tout dont je ferois usage, fussent d'une telle netteté, & dépouillés si parfaitement de tout corps étranger, qu'après les avoir pesés avec la plus grande justesse, & dans le cas où ils perdroient quelque chose de leur masse, on ne pût attribuer cette perte qu'à un déchet réel de leur matière propre, & non à une substance quelconque qui auroit resté adhérente à l'un ou l'autre de ces métaux sans être aperçue, ou qui s'y seroit incorporée au moment de leur fusion en grande masse & de leur réduction en lingots.

Lorsque je commençai mes expériences, j'avois entre les mains de l'or qui étoit sorti des affinages sur le pied du titre de 24 karats : il avoit été préparé à dessein, & quoiqu'il fût le produit d'un départ fait avec le plus grand soin, on avoit eu la précaution encore de soumettre cet or réduit en chaux à une épreuve nouvelle dans de l'eau-forte très-concentrée, & entretenue longtemps dans une chaleur convenable; j'essayai moi-même cet or ainsi épuré, & je reconnus qu'il étoit effectivement au titre de 24 karats.

Je supplie l'Académie de permettre que je suspende pour un moment les premiers détails relatifs à mes expériences, & que j'insère ici une observation qui, loin de m'écarter de mon objet, tient à ces mêmes détails que je commence à exposer.

Lorsque j'annonce plus haut de l'or pur obtenu par la voie du départ, je ne prétends pas que physiquement parlant, celui que j'ai employé ne contînt aucune parcelle d'alliage, & qu'il ne fût pas même possible par des moyens assez simples, d'en constater la présence. Je n'ignore pas que le départ, s'il a un avantage à plusieurs égards sur la cémentation, pour la purification de l'or, ne conduit pas aussi

rigoureusement que cette dernière opération à un affinage complet & tel qu'on pourroit le desirer pour des expériences très-déliçates : quelques précautions qu'on prenne en effet pour l'affinage en grand des matières d'or, en y employant l'esprit de nitre, & même pour les essais d'or où il semble qu'une petite portion de matière donne plus de facilité pour saisir le point de perfection, cependant il est rare qu'on ne remarque pas quelque atome d'argent dans une dissolution d'or fin par l'eau régale, soit qu'il provienne d'un lingot d'or sorti des affinages sur le pied de 24 karats, soit qu'on l'ait tiré des cornets d'or qui sont les produits des essais, & qu'on regarde également comme portés au plus haut point de pureté.

M. l'abbé Fontana, dont on connoît la sagacité dans les matières de Physique, & la précision scrupuleuse dans les recherches auxquelles il se livre, a tourné ses vues du côté de l'objet très-déliçat dont il s'agit ici : ayant aperçu une particule d'argent au fond d'un matras où il avoit fait dissoudre un cornet d'or dans l'eau régale ; mais sentant bien qu'il lui eût été presque impossible de réduire sous la forme métallique cette particule de chaux d'argent, il se détermina à dissoudre dans l'eau régale une assez grande quantité de cornets d'or pour qu'il eût au fond du matras une petite portion d'argent à laquelle il lui fût possible de rendre sa consistance naturelle & sa ductilité. Il parvint, avec les précautions que cette opération exigeoit, à retirer de plusieurs précipités réunis, un globule d'argent, qui lui donna lieu d'estimer à  $\frac{1}{64}$  de karat la particule d'argent que chacun des cornets avoit retenue, c'est-à-dire à la 1536.<sup>e</sup> partie de la totalité de l'or qu'il avoit fait dissoudre ; mais comme il arrive souvent que les eaux-fortes qu'on emploie dans l'opération des essais d'or, n'ont pas assez d'activité pour dépouiller, autant qu'il est possible, ce dernier métal de la double quantité d'argent qui s'y trouve réunie, & que quelques-uns des cornets qui ont fait la matière de l'expérience de M. l'abbé Fontana, pouvoient n'avoir pas été départis aussi exactement qu'ils le sont pour l'ordinaire avec d'excellentes eaux-fortes, je crois

que la particule d'argent que contient encore l'or provenu du départ, & réputé pur, pourroit être estimée au-dessous de  $\frac{1}{64}$  de karat : on verra d'ailleurs, dans le courant de ce Mémoire, qu'il se fait à cet égard une sorte de compensation, & que, dans l'opération de l'essai, si le cornet d'or conserve encore une portion légère de métal qui lui est étrangère, il a perdu d'un autre côté, en passant à la coupelle, autant ou à peu près qu'il a pu acquérir dans son mélange intime avec l'argent.

Au surplus, à quelque petite quantité qu'on réduise l'argent contenu dans l'or fin, lorsque celui-ci a été épuré par la voie du départ, il paroît certain qu'il est plus difficile de parvenir, par ce dernier moyen, à toute la perfection de l'affinage de l'or que par celui de la cémentation ; j'en ai eu la preuve dans une expérience que M. l'Abbé Fontana m'a mis à portée de faire, & dont il a été témoin. Il me remit, en arrivant de Toscane, un morceau d'or qu'il y avoit affiné par la voie de cémentation, & qui avoit subi dix fois cette opération ; il me l'annonça comme porté à 24 karats complets, & sur-tout comme absolument dépouillé d'argent ; j'en fis dissoudre une certaine quantité dans l'eau régale ; & après avoir donné à la liqueur tout le temps nécessaire pour qu'elle laissât un dépôt, s'il devoit avoir lieu, j'examinai avec la plus grande attention le fond du matras que j'avois toute la facilité possible de bien considérer, à la faveur de la transparence parfaite de la liqueur. Je n'y aperçus pas le plus léger dépôt, & je n'y remarquai sur-tout aucun atome d'argent. Je fis dissoudre également dans l'eau régale une quantité pareille d'or fin sorti des affinages de Paris, sur le pied de 24 karats, & auquel on avoit donné des attentions particulières en l'épurant par la voie du départ.

J'observai un léger atome d'argent au fond du matras qui contenoit cette seconde dissolution ; il n'étoit pas bien sensible lorsque la liqueur sortit de dessus le feu, mais il le devint, après qu'elle se fut reposée long-temps, & je ne doutai point que cette particule d'argent n'eût échappé à l'action répétée, & long-temps soutenue de l'eau forte dans

l'opération du départ. Il est vrai que cette particule de chaux d'argent réduite à la consistance métallique se seroit dérobée aux yeux, & n'auroit produit aucun effet bien sensible sur la balance d'essai; mais elle existoit réellement; & si elle ne méritoit pas qu'on s'en occupât relativement au Commerce, elle fournissoit au moins, à l'égard des moyens d'épurer l'or, une preuve rigoureuse que la voie la plus parfaite n'est pas celle du départ.

Cependant, comme elle entraîne moins de déchets après elle que les autres moyens dont on peut se servir, qu'elle est moins sujette aux accidens attachés à ces sortes de travaux, qu'il sort de l'or & de l'argent affinés d'une seule & même opération, qu'une partie des eaux fortes qui ont servi au départ sont rétablies dans leur premier état, & qu'enfin l'imperfection qu'une exactitude scrupuleuse fait découvrir dans cette méthode d'épurer l'or, n'est pas digne que le Commerce s'y rende attentif, on ne balancera pas à la préférer aux autres; & on aura l'avantage de la voir presque toujours réussir, tandis que des autres côtés il est rare que, par une première opération, on parvienne à porter l'or au degré de pureté qu'il acquiert tout d'un coup par la voie du départ.

Je reprends le fil des détails préliminaires qu'exige l'exposé fidèle de mes expériences, en priant l'Académie de supposer que si l'or fin qui m'y a servi n'étoit pas physiquement pur, au moins la particule d'argent qu'il pouvoit encore contenir n'étoit pas capable d'influer sensiblement, & à la décision sûre de ma balance, sur les résultats que j'avois à établir.

Je conservois depuis plusieurs années un lingot d'argent fin qui avoit été la base de mon travail pour les différens Mémoires que j'ai donnés sur la partie des essais, & de la pureté duquel une multitude d'expériences m'avoient répondu. Je n'hésitai donc pas à faire usage de ces deux métaux purifiés à ce degré pour les recherches dont je m'occupois: je me rendis certain, d'un autre côté, par l'essai du cuivre destiné à leur servir d'alliage qu'il ne contenoit ni or, ni argent, ou qu'au moins, s'il s'en trouvoit quelque partie dans 24 ou 30 grains

de ce métal, elle seroit insensible dans un grain ou deux dont je serois usage, & qu'une portion de cuivre si légère ne me laisseroit jamais pour résultat de mes opérations, que la quantité précise des deux métaux essentiels que j'aurois employée.

N'ayant aucune inquiétude par conséquent à l'égard de la pureté des trois métaux sur lesquels mes observations devoient être fondées, je commençai par faire un mélange du poids de deux gros, où il entroit 120 grains d'or, 12 grains d'argent, & 12 grains de cuivre. Ces trois matières qui avoient été pesées chacune avec exactitude furent fondues, comme je l'ai dit plus haut, au feu de lampe des Émailleurs, dans une petite cavité formée sur un charbon plat, bien uni & exempt des gersures ou fentes qu'il est ordinaire d'y trouver; la fusion est prompte dans cette opération, sur-tout si on l'accélère par un peu de borax; la matière y circule avec assez de rapidité, & le mélange y a lieu d'une manière complète.

Il résulta de celui que j'avois fait un bouton qui me parut n'avoir rien perdu sensiblement de son poids primitif; & d'ailleurs s'il y avoit eu un déchet plus marqué, je ne l'aurois attribué, avec raison, qu'au cuivre qui étoit entré dans le mélange, puisque l'or & l'argent, quand ils sont purs, ne perdent rien de leur matière propre, par ce moyen prompt de les fondre, & que le seul inconvénient réel qui en pourroit naître, seroit l'introduction de quelques grenailles d'or & d'argent dans les gersures du charbon. Au surplus, on verra dans la suite de ce Mémoire, que je me suis mis à l'abri de toute inquiétude à cet égard, en évitant cette fusion préliminaire des trois métaux réunis, & en les soumettant ensemble, dès qu'ils sortoient de la balance, aux épreuves qu'ils devoient subir.

Le bouton composé d'or, d'argent & de cuivre, dans les proportions qui viennent d'être données, ayant été aplati sous le marteau & laminé, devint la matière de plusieurs essais, suivant les deux méthodes que j'ai expliquées. Je ne parlerai d'abord, & en peu de mots, que de quelques-



uns de ceux que je fis, en employant la première de ces méthodes qui consiste, comme on peut se le rappeler, dans la double opération, d'essayer en premier lieu une portion de la matière, sans y mêler d'argent fin, & de prendre ensuite une portion égale de la même matière à laquelle on joint la quantité d'argent qu'elle exige pour être dépariée.

La balance dont j'ai fait usage pour les expériences dont je vais rendre compte, est très-sensible & sage en même temps, deux avantages qu'il est difficile de réunir; elle annonce nettement la 256.<sup>e</sup> partie d'un grain, poids de marc, lors même qu'elle est chargée d'un demi-gros de part & d'autre; & cela me suffisoit pour les différences que j'avois à établir.

Ayant placé dans un des bassins de cette balance, un des poids de la semelle destinée aux essais d'or, lequel me représentoit 24 karats, je mis dans l'autre bassin ce qu'il fallut de la matière dont on a vu le mélange, pour que la balance se tint dans un parfait équilibre, & ne trébuchât alternativement que par l'addition du poids le plus léger de la semelle; c'est-à-dire, du quart de 32.<sup>e</sup> de karat. Cette matière, où j'eus la précaution de ne pas employer des parties trop petites, comme je l'évitai dans toutes les expériences suivantes, ayant été enveloppées dans du papier, fut passée à la coupelle dans 2 gros de plomb. Le bouton d'essai qui en résulta, ne pesoit plus que 22 karats  $\frac{5}{32}$ , & avoit perdu par conséquent un karat  $\frac{27}{32}$  sur le poids primitif.

I.<sup>re</sup>  
Expérience.

La même matière essayée une seconde fois, & avec une égale dose de plomb, donna le titre de 22 karats  $\frac{4}{32}$ .

II.<sup>e</sup>  
Expérience.

Elle vint, par une troisième expérience, & avec un gros de plomb seulement, à 22 karats  $\frac{13}{32}$ .

III.<sup>e</sup>  
Expérience.

Parmi plusieurs autres essais que je fis d'une matière alliée sur le pied que j'ai annoncé, je ne cite que ceux-ci, parce qu'ils suffisoient pour les éclaircissemens dans lesquels j'entrerai, & conduisent aussi-bien en petit nombre au fait constant sur lequel j'aurai lieu d'insister, qu'en nombre plus considérable dont je pourrois faire mention.

Dans la vue de me rapprocher un peu des variétés que les matières du Commerce peuvent offrir, je formai un nouveau mélange des trois métaux, lequel étoit borné à un gros, mais où l'argent entroit pour 9 grains, le cuivre pour 3 seulement, & l'or pour 60 grains.

IV.<sup>e</sup> 24 karats de ce nouveau composé, passés à la coupelle  
Expérience. avec un gros & demi de plomb, descendirent à 23 karats  $\frac{8}{32}$  en perdant  $\frac{24}{32}$  sur le poids primitif.

V.<sup>e</sup> Et dans une autre expérience, 24 karats de ce même  
Expérience. composé, pour lesquels j'avois employé deux gros de plomb, ne se trouvèrent plus qu'à 23 karats  $\frac{15}{64}$ ; c'est-à-dire, à  $\frac{1}{64}$  de moins que l'essai précédent.

On a vu que dans les deux premiers gros de matière mélangée que j'ai mis en expérience, il entroit 120 grains d'or, 12 d'argent, & autant en cuivre; la portion que j'en ai tirée pour chaque essai, contenoit donc  $\frac{20}{24}$  en or,  $\frac{2}{24}$  en argent, &  $\frac{2}{24}$  également en cuivre; mais les boutons d'essai qui sont résultés des trois opérations, quoique inférieurs en poids à la matière prise d'abord pour essai, se trouvant chacun plus pesans que la portion d'or & d'argent qu'ils doivent contenir, on ne sauroit douter que l'augmentation de poids ne soit étrangère à ces deux métaux, & on l'attribuera avec vraisemblance à quelques parties de cuivre dont ces boutons n'auront pas été dépouillés.

Comme l'effet a été le même sur les produits du second mélange, & que les boutons d'essais se sont trouvés plus forts également que l'or & l'argent réunis qui étoient entrés dans la portion de matière prise pour expérience, on aura lieu de faire le même raisonnement, & de ne rejeter que sur le cuivre, l'augmentation de poids qui s'est constamment soutenue dans ces opérations.

Ce n'est point encore ici le moment de jeter du jour sur ce point particulier; il demande d'autres expériences pour être éclairci; il ne faudra même que les rapporter pour que tout se développe & se réduise à des faits certains; il suffit, pour l'enchaînement de mes observations, que ce point  
essentiel

essentiel ait été d'abord reconnu; on remarquera bientôt qu'il rentre dans une vérité que toutes mes recherches tendent principalement à établir.

On a vu, dans les trois premières des cinq expériences dont il vient d'être question, que chacun des boutons d'essais qui leur étoient relatifs, pesoit un peu plus de 22 karats, quoique l'or & l'argent qui y étoient entrés n'eussent pas été portés ensemble au-delà de ce point précis: on a remarqué encore que chacun des boutons dépendans des deux autres expériences, pesoit aussi un peu plus de 23 karats, quoique l'or & l'argent qu'ils devoient contenir eussent été limités exactement à ce dernier poids; il falloit donc examiner sur lequel de ces deux métaux pouvoit tomber l'augmentation de poids qui s'annonçoit dans tous ces boutons d'essais. 24 karats de matière pris sur l'un & l'autre mélange, passés séparément à la coupelle avec le double de cette quantité en argent fin, dans une dose de plomb convenable, & traités ensuite par la voie du départ, me donnèrent bientôt des produits en or pur, qui étoient chacun de 20 karats justes, & tels que je les attendois. Dès-lors ce qui restoit au-delà de ce dernier poids ne pouvoit appartenir, suivant la méthode des Essayeurs, qu'à l'argent seul; mais comme il n'y avoit que 2 karats justes de celui-ci dans la matière de l'essai tirée du premier mélange, & 3 karats dans celle que le second mélange avoit fournie, il devenoit bien positif que d'après cette méthode, l'augmentation de poids auroit été faussement attribuée à la portion d'argent, & on commence à sentir que cette erreur auroit été inévitable, même pour moi qui la relève ici, si je n'eusse pas été certain de la quantité fixe d'argent que la matière des deux sortes d'essais contenoit.

On observera peut-être ici que ce surcroît de pesanteur auquel j'ai désiré qu'on se rendît attentif, devant être attribué avec assez de vraisemblance à la présence de quelque portion de cuivre dans les cinq boutons d'essais dont il vient d'être question, il ne s'agissoit que de leur faire subir un second affinage à la coupelle, en y employant la quantité de plomb

qu'il pourroit demander ; mais on verra, dans la suite de ce Mémoire, que ce moyen n'iroyt qu'en partie au but qu'on se proposeroit, pendant que d'un autre côté, il feroit perdre aux boutons d'essais quelque chose des deux métaux essentiels, & laisseroit toujours de l'incertitude sur la quantité précise d'or & d'argent que ces boutons contiendroient. J'ai tenté souvent des épreuves de ce genre : tantôt je suis parvenu à faire disparaître totalement l'augmentation de poids que j'avois reconnue, mais en perdant quelques parties sur le poids réel de l'or & de l'argent ; tantôt le surcroît de pesanteur n'étoit que diminué par un second affinage, & il renaissoit toujours jusqu'à un certain point, lorsque je rapprochois des boutons d'essais le globule composé d'or & d'argent, que me restituoit la litharge dans laquelle ces boutons avoient passé.

Je me borne à ces détails sur la première des deux méthodes que j'ai à exposer : j'aurai lieu d'y revenir d'une manière succincte, en terminant ce Mémoire, & je passe à la seconde, qui étant plus simple en elle-même & plus susceptible de précision, m'a porté à faire une multitude d'expériences dont je vais présenter à l'Académie les principaux résultats.

Je trouvois une lumière si constante & si sûre, pour porter mon travail à une certaine évidence dans la règle que je m'étois prescrite de n'employer que des matières dont le mélange me fût exactement connu, qu'afin d'éviter tout scrupule sur la fonte de ces matières comme mêlées inégalement ou ayant pu perdre quelques parties des trois métaux qui y étoient entrés, je me déterminai à ne plus les fondre au feu de lampe des Émailleurs en quantité de quelques gros, pour en tirer ensuite la matière de mes essais : je trouvai plus certain de m'assujettir, pour chacun d'eux, à peser séparément la portion des trois métaux que j'aurois déterminée, & à les faire passer réunies, de la balance à la coupelle, où leur séparation commenceroit à avoir lieu sans que je pusse craindre qu'elles n'y auroient pas été mises dans leur totalité.

VI.  
Expérience.

A 20 karats d'or, 3 karats d'argent & 1 karat de cuivre,

quantité ordinaire de la matière des essais, je joignis 48 karats du même argent pur, qui devoient servir au départ (a): après avoir fait passer à la coupelle ces 72 karats de matières, avec un gros & demi de plomb, j'obtins un bouton d'essai qui ne pesoit que 70 karats  $\frac{45}{64}$ . Si d'après l'usage des Essayeurs, & en supposant le cuivre totalement enlevé, on défalque actuellement de ce produit les 48 karats d'argent que j'ai ajoutés à la matière de l'essai, il ne restera plus, pour représenter l'or & l'argent qui étoient entrés dans cette matière, que 22 karats  $\frac{45}{64}$ : mais on a vu qu'il y avoit été mis d'abord 20 karats du premier de ces métaux, & 3 karats du second; il résulte donc ici une perte de  $\frac{19}{64}$ , dont la plus grande partie, comme on le reconnoîtra dans la suite, retombe sur l'argent que la matière de l'essai contenoit.

Dans une autre expérience, où les quantités d'or, d'argent & de cuivre étoient les mêmes que dans l'essai précédent, j'obtins un bouton un peu plus fort; il pesoit 70 karats  $\frac{51}{64}$ : mais j'éprouvai encore une perte de  $\frac{11}{64}$ . Ce déchet des deux métaux essentiels peut beaucoup varier, par plusieurs raisons dont le détail seroit ici superflu: avec des précautions & dans certaines circonstances, on peut parvenir à le rendre assez foible, comme il est possible aussi de le rendre très-considérable, par des moyens qui, au premier coup-d'œil,

VII.  
Expérience.

(a) Le nombre des karats, lorsqu'il s'agit de l'opération des essais, est toujours limité à celui de 24, qui annonce le titre le plus haut auquel on puisse porter l'or, & en détermine la pureté; mais les Essayeurs sont dans l'usage d'employer ce terme de *karat* sans en borner le nombre à 24, pour désigner la quantité de parties d'argent qu'ils ajoutent à la matière des essais d'or, afin de la soumettre au départ: ainsi, cette matière des essais étant toujours représentée par le poids fixe de 24 karats, si elle exige qu'on lui associe le double

de sa pesanteur en argent fin, alors, on dit qu'on lui a joint 48 karats de cet argent, ou 44 karats seulement, si contenant elle-même une certaine quantité de ce dernier métal, elle en a moins exigé pour être départie. Je me suis conformé ici à leur langage; mais j'avertis, que le karat du poids de semelle, fictif à quelques égards, est réel à d'autres; qu'il pèse un grain juste, poids de marc, & que par une loi précise, il doit être réglé sur un étalon que la Cour des Monnoies a en dépôt.

paroissent sans conséquence ; mais ce déchet , plus ou moins fort , aura toujours lieu tant qu'on ne sortira point , dans la méthode que j'expose , du cercle des opérations auxquelles on s'est borné.

Je dois avertir cependant , que cette proposition générale souffre une exception , & qu'au lieu d'observer , d'après cette méthode , une perte constante sur le bouton d'essai , on peut y remarquer quelquefois une légère augmentation ; il est possible même qu'elle s'y trouve assez forte , s'il étoit entré beaucoup de cuivre dans la matière de l'essai , & si la dose de plomb n'y avoit pas été proportionnée : mais ce surcroît de pesanteur n'a pour cause qu'un vice dans l'opération ordinaire , lequel , n'étant pas toujours bien marqué , peut échapper à l'attention d'un Essayeur. Je ne citerai qu'un exemple d'essais en ce genre où cette exception a lieu.

VIII.<sup>e</sup> Expérience. Après avoir formé un mélange de 20 karats d'or , de 2 karats d'argent & de 2 karats de cuivre , j'y ajoutai , pour le préparer au départ , 48 karats d'argent , & je fis passer le total à la coupelle dans un gros & demi de plomb ; le bouton d'essai qui en résulta , pesoit 70 karats  $\frac{5}{32}$ . Prévenu que par la soustraction du cuivre , je n'aurois dû trouver dans ce bouton que 70 karats justes , & même quelques trente-deuxièmes de moins sur ce dernier poids , j'examinai à la loupe la surface convexe de ce bouton ; j'y remarquai quelques taches noirâtres : je ne doutai point que l'affinage n'eût été encore moins complet dans cette circonstance , qu'il ne l'est communément dans les autres. Je fis le départ du bouton , j'en tirai les 20 karats d'or qu'il contenoit , & qui , joints aux 48 karats d'argent qu'il falloit défalquer , me laissèrent 2 karats  $\frac{5}{32}$  pour le poids de la portion d'argent qui étoit entrée dans la matière de l'essai : on a vu cependant que cette portion d'argent n'étoit que de 2 karats justes , & on reconnoît que les  $\frac{5}{32}$  d'excédant de poids observés sur le bouton , sont absolument étrangers aux deux métaux essentiels qui devoient le composer ; mais on ne le reconnoît clairement , & on n'est averti de l'examen scrupuleux , que demande le bouton

au sortir de la coupelle, que par une connoissance antérieure de la matière de l'essai, & par la nécessité où l'on se trouve de rechercher la cause d'un fait auquel on ne s'attendoit pas.

Lorsque j'ai avancé comme un principe constant, dans les Mémoires que j'ai donnés sur la partie des essais, qu'il n'y avoit de moyen certain, pour déterminer rigoureusement le titre vrai, la valeur intrinsèque des matières d'or & d'argent, que celui de porter au dernier degré d'affinage les boutons d'essais, sans craindre d'en laisser introduire par-là une portion plus ou moins considérable dans la coupelle pendant que la litharge s'y imbibe, de retirer ensuite de cette même litharge revivifiée la partie d'or ou d'argent dont elle s'étoit enrichie, & de la réunir enfin au bouton principal, pour établir le vrai titre de la matière qu'on a soumise à l'essai; lors, dis-je, que j'ai établi ce principe, on a remarqué en général, que plus on emploie de plomb pour cette opération, plus on a lieu de croire qu'elle est complète, & plus aussi, d'un autre côté, il y a de la perte momentanée sur le bouton d'essai. Mais outre qu'il est prouvé par l'expérience qu'en prodiguant le plomb, on n'obtient guère plus d'effet qu'en doublant les doses prescrites par le règlement, je suis certain qu'en se bornant aux doses ordinaires de plomb, mais en les mettant dans la coupelle à plusieurs reprises, on parvient à un affinage des matières aussi parfait, en perdant beaucoup j'en conviens, sur le bouton d'essai, par une suite nécessaire de cette opération forcée, que si on eût employé le double de ces mêmes doses prescrites, en le mettant tout-à-la-fois dans la coupelle, suivant l'usage de tous les Essayeurs.

C'est en effet dans le moment où le bouton commence à se fixer sur le bassin de la coupelle, qu'il est disposé à retenir quelque portion d'alliage; & c'est alors que deux ou trois petites quantités de plomb, mises de nouveau & l'une après l'autre dans la coupelle, remettent le bouton d'essai en fusion, s'il n'y étoit plus, rétablissent à plusieurs reprises la circulation de la matière, & laissent enfin un bouton dont l'éclat & la forme bien convexe annoncent la pureté.

Ce principe dont on va voir la certitude, m'a réglé dans toutes les expériences dont j'ai encore à rendre compte, & notamment dans celle dont il va être question: j'en donnerai tous les détails, par la raison que si elle étoit très-délicate en elle-même, & a exigé de ma part des opérations pénibles & sujettes à beaucoup d'accidens, elle m'a conduit, par le succès qu'elle a eu, au résultat concluant que j'en espérois.

Je crois cependant devoir la faire précéder par un dernier résultat de la septième expérience que j'ai rapportée plus haut. On se rappelle que j'y ai fait observer une perte de  $\frac{13}{64}$  sur le bouton d'essai qui en étoit provenu: après avoir revivifié la litharge dans laquelle ce bouton avoit passé, après l'avoir fait passer elle-même en nature de plomb à la coupelle, j'en obtins un globule d'argent qui pesoit  $\frac{23}{64}$ , & alloit au-delà, comme on voit, du déchet que j'avois d'abord reconnu; ce globule & le bouton principal, du poids de 70 karats  $\frac{51}{64}$ , formoient donc un total de 71 karats  $\frac{9}{64}$ , & donnoient cette fraction en excédant de poids, puisque l'or & l'argent employés dans cette expérience ne pesoient rigoureusement que 71 karats. Ce surcroît de pesanteur pouvoit bien être attribué avec fondement à quelque portion de cuivre que le bouton principal auroit encore retenue; mais j'avois de la peine à concevoir qu'il fût dû totalement à cette cause, & je ne me trompois pas dans le doute qui m'occupoit: ce fut alors que je mis une sorte d'opiniâtreté dans mon travail, & que je pouffai très-loin l'expérience qui suit.

IX.<sup>e</sup>  
Expérience.

Il y entra, comme dans la septième, 20 karats d'or, 3 karats d'argent & 1 karat de cuivre, pour la matière de l'essai; j'y ajoutai 48 karats d'argent que devoit exiger l'opération du départ: j'employai d'abord, pour l'affinage de ces trois métaux réunis, 2 gros  $\frac{1}{2}$  de plomb, mais en les mettant à trois reprises dans la coupelle, & après que l'une des trois parties de ce métal s'y étoit imbibée; le bouton que j'obtins de cette première épreuve pesoit 70 karats  $\frac{23}{64}$ . Je fis la réduction de la coupelle qui me l'avoit fourni, & je retirai du plomb qui en provint, un



globule d'argent du poids de  $\frac{42}{64}$ ; j'eus par conséquent  $\frac{8}{64}$  en excédant de poids sur la totalité des deux métaux essentiels que j'avois employés.

Je ne fis usage, pour la seconde épreuve, que de 2 gros de plomb mis également à trois reprises dans la coupelle; le bouton principal qui y passa seul éprouva de nouveau une perte, & descendit à 69 karats  $\frac{47}{64}$ ; la litharge revivifiée de cette coupelle restitua  $\frac{37}{64}$  d'argent, lesquels réunis dans la balance au bouton d'essai & au premier globule, donnèrent un total de 71 karats  $\frac{5}{64}$ , & conséquemment encore un excédant de poids que cette fraction annonçoit.

J'employai, pour la troisième épreuve, 2 gros  $\frac{1}{2}$  de plomb, & à trois reprises; le bouton principal en sortit encore plus foible, comme on sent bien, & ne pesoit plus que 69 karats  $\frac{1}{64}$ : je tirai de la coupelle qui avoit servi à cette épreuve  $\frac{41}{64}$  d'argent, & par le poids de ce bouton, joint aux trois globules, qui étoit de 71 karats, je reconnus la quantité juste d'or & d'argent qui étoit entrée dans la matière de l'essai: mais, si j'avois obtenu cette quantité précise, je ne l'avois pas, comme on le verra bientôt, dans toute la pureté qui s'y étoit trouvée primitivement.

Deux gros de plomb seulement, & mis toujours à trois reprises dans la coupelle, servirent pour la quatrième épreuve: le bouton principal y fut réduit au poids de 68 karats  $\frac{20}{64}$ ; la litharge dans laquelle il avoit passé restitua  $\frac{43}{64}$  d'argent, & par la réunion de ce bouton d'essai avec les quatre globules qui lui appartenoient, il résulta un poids de 70 karats  $\frac{62}{64}$ , & l'apparence en même temps d'un déchet réel sur les deux métaux essentiels.

Je me bornai encore à 2 gros de plomb, & je me contentai de les mettre, à deux reprises, dans la coupelle, pour la cinquième épreuve: le bouton principal y perdit un peu moins de son poids que dans les précédentes, comme il étoit naturel que cela arrivât, & ne descendit qu'à 67 karats  $\frac{52}{64}$ ; je retirai de la coupelle où il avoit subi cette épreuve, un nouveau globule d'argent du poids de  $\frac{31}{64}$ ,

& je vis, par la réunion de celui-ci & des quatre autres avec le bouton principal, que leur pesanteur totale étoit de 70 karats  $\frac{61}{64}$ .

J'employai jusqu'à 3 gros de plomb, & je les mis dans la coupelle, jusqu'à cinq reprises, pour la sixième épreuve; aussi le bouton principal y éprouva-t-il une perte assez forte; il ne pesoit plus, au sortir de la coupelle, que 66 karats  $\frac{51}{64}$ , & avoit souffert un déchet de plus d'un karat; la litharge revivifiée qui résulta de ces 3 gros de plomb, ne me rendit cependant que  $\frac{62}{64}$ ; & le poids, tant de six globules d'argent que du bouton principal, n'alla qu'à 70 karats  $\frac{58}{64}$ .

La septième épreuve ne roula, à l'égard de la quantité de plomb, que sur 2 gros mis dans la coupelle à trois reprises; elle ne fit descendre le bouton d'essai qu'à 66 karats  $\frac{16}{64}$ , c'est-à-dire à  $\frac{35}{64}$  de moins qu'il ne pesoit au sortir de l'épreuve précédente, tandis que la litharge revivifiée, qui dépendoit de celle-ci, me restitua  $\frac{45}{64}$ , c'est-à-dire  $\frac{10}{64}$  de plus que le bouton d'essai n'avoit perdu. Cet excédant de poids me surprit; il sortoit de l'ordre des faits que j'avois constamment reconnus; il ne pouvoit pas être rejeté sur quelque parcelle de cuivre, que le bouton auroit pu retenir, après tant & de si violentes épreuves, & il ne me permettoit encore que d'entrevoir la cause à laquelle il falloit l'attribuer: ainsi, en adoptant le résultat de cette septième épreuve, je trouvai que le poids tant du bouton principal que des sept globules d'argent, qui en faisoient partie, alloit à 71 karats  $\frac{4}{64}$ , un peu au-delà par conséquent du poids de l'or & de l'argent que j'avois employés.

Les choses commencèrent à se remettre dans l'ordre à la huitième épreuve: j'y employai également 2 gros de plomb & à trois reprises; le bouton d'essai ne pesoit plus au sortir de la coupelle que 65 karats  $\frac{43}{64}$ ; la litharge dans laquelle il avoit passé, restitua  $\frac{33}{64}$ ; & de la réunion des huit globules avec le bouton principal, resulta le poids juste de 71 karats.

Je vis subsister ce même poids de 71 karats à une différence près très-légère, dans une neuvième épreuve que je  
fis

fis subir à ce bouton d'essai, & pour laquelle en me bornant à 2 gros de plomb, je les mis dans la coupelle en une seule fois; le nouveau bouton que j'en retirai ne se trouva réduit qu'à 65 karats  $\frac{19}{64}$ , par la raison dont j'ai averti, qu'il n'éprouva pas l'action du plomb à plusieurs reprises; la coupelle qui avoit servi dans cette épreuve, restitua de son côté  $\frac{23}{64}$ , & j'obtins à très-peu de chose près, comme je l'ai dit, le poids de 71 karats, des neuf globules réunis avec le bouton principal.

Quoiqu'on pût regarder ce bouton d'essai comme à l'abri de tout déchet, après les opérations violentes & long-temps soutenues que je viens de rapporter, je crus cependant devoir le soumettre à une dixième épreuve, & la lui faire subir dans des vues, de ma part, dont je ne m'étois pas d'abord occupé, & qui tendoient à la rendre plus décisive; mais n'y ayant été déterminé que par les lumières que j'acquis postérieurement aux autres épreuves dont l'Académie vient d'entendre le détail, il me paroît plus naturel, avant que de parler de cette dixième épreuve, de présenter d'abord les faits qui, en m'instruisant mieux que je ne l'étois, m'ont obligé de revenir sur une suite d'opérations que j'avois considérées trop tôt comme absolument terminées.

Il est assez ordinaire que des faits qu'on est parvenu à bien connoître, mettent sur la voie pour en constater d'autres du même ordre, & si ce n'est pas dans le dessein d'établir une conformité entr'eux, c'est au moins pour montrer les différences qui les caractérisent, en avertissant à propos du succès des moyens que ces faits antérieurs ont donné lieu d'employer, & qui peuvent convenir à la recherche des autres faits dont on est occupé.

Il est certain que lorsqu'on fait passer à la coupelle, dans du plomb, une quantité déterminée d'argent parfaitement épuré, le bouton qui en résulte est toujours moins pesant que la portion de matière qui avoit été prise pour l'essai, & que ce déchet, constant en lui-même, devient plus ou moins considérable suivant la dose de plomb qu'on a employée

en une seule fois, ou, comme je l'ai dit plus haut, suivant le nombre de reprises auquel on s'est assujetti pour distribuer une quantité médiocre de ce métal dans le cours de l'opération.

Il n'est pas douteux d'un autre côté, que si on retire de la litharge revivifiée, dans laquelle a passé ce bouton, la parcelle d'argent dont elle s'étoit chargée, on observera que de la réunion de ce globule plus ou moins considérable avec le bouton principal, il résulte un poids un peu plus fort que ne l'étoit celui de la matière mise d'abord en expérience. Je ne rappellerai point ici les détails que j'ai donnés à ce sujet, dans un Mémoire qui fait partie de ceux de l'Académie pour l'année 1763; on y peut voir & la cause à laquelle j'attribue cette augmentation de poids étrangère à l'argent, & le moyen assuré de la faire disparaître sans porter aucune atteinte au poids réel de ce métal.

Page 42 &  
suitantes.

Un fait absolument contraire à la première vérité que je viens d'établir en parlant de l'argent fin, a lieu d'une manière aussi constante lorsqu'il s'agit de l'or porté également au dernier point de pureté: si en effet on fait passer à la coupelle, & dans telle quantité de plomb qu'on voudra, une portion bien déterminée de ce précieux métal, & qu'ensuite on pèse le bouton qui en proviendra, on le trouvera toujours d'un poids supérieur à celui de la matière de l'essai; & ce surcroît de pesanteur paroîtra d'autant plus surprenant, que le bouton aura un très-grand éclat, & semblera peut-être plus pur aux yeux que la matière, toute belle qu'elle est, d'où ce bouton sera résulté.

J'avois reconnu depuis long-temps cet effet particulier dans un essai d'or fin seul; mais je ne l'avois pas suivi: ce métal, dans un état si parfait, n'avoit rien à acquérir qui pût en relever le prix, & il ne me paroîssoit qu'être exposé, par l'action de la litharge, à perdre quelque chose de sa matière propre; je ne voyois pas encore les lumières que j'en pourrois tirer pour toutes les expériences dont je rends compte aujourd'hui, où l'or est employé d'abord dans toute sa pureté & où il joue le rôle principal. Je me déterminai donc à

constater en premier lieu l'augmentation de poids qui se trouvoit sur l'or fin , lorsqu'il avoit passé seul à la coupelle dans une quantité plus ou moins considérable de plomb ; & je variaï assez ces nouvelles épreuves , pour qu'il ne me restât aucun doute sur la réalité & l'étendue ordinaire de cette augmentation de poids.

Je me bornai , pour la première de ces épreuves , à 24 karats d'or fin , que je fis passer à la coupelle dans un gros de plomb ; le bouton qui en provient pesoit 25 karats  $\frac{7}{2}$  : une augmentation de poids aussi considérable m'étonna ; mais en examinant ce bouton , je vis qu'il avoit , à la vérité , une belle couleur d'or , mais non ce poli brillant qui , formé de lui-même , semble annoncer la pureté parfaite du métal. Je procurai bientôt à ce bouton l'éclat dont il manquoit , en le faisant passer de nouveau dans un autre gros de plomb ; il perdit 1 karat  $\frac{3}{2}$  , ou à peu-près , par cette seconde opération , & se trouva réduit à 24 karats  $\frac{4}{2}$  : voilà toujours un excédant de poids , & ce bouton d'essai cependant ne contient rien en apparence qui lui soit étranger.

X.<sup>e</sup>  
Expérience.

X I.<sup>e</sup>  
Expérience.

Je réitérai cette expérience sur une égale quantité d'or fin , & en employant aussi un gros de plomb ; le bouton que j'obtins avoit tout l'éclat du dernier , & comme lui  $\frac{4}{2}$  au-delà des 24 karats que j'avois employés.

X I I.<sup>e</sup>  
Expérience.

Desirant de connoître si , en même temps que ce surcroît de pesanteur se maintiendrait constamment dans l'or fin , après avoir passé à la coupelle , il s'y conserveroit plus ou moins fort , à mesure que je varirois les quantités de ce métal auxquelles je ferois subir cette épreuve , je mis d'abord en expérience un gros ou 72 karats effectifs d'or fin , avec quatre gros de plomb ; je dis 72 karats effectifs , parce qu'il est très-ordinaire aux Essayeurs de doubler & même de quadrupler quelquefois la valeur fictive des poids de semelle dont ils se servent , de manière que si on ne leur fournit que 12 grains d'or pour un essai , lesquels répondent au second poids de leur semelle , numéroté 12 karats , ils le font valoir idéalement 24 karats , sauf de leur part , à doubler la valeur

des diminutions de ce poids qu'ils seront dans le cas d'employer pour constater à la balance le titre des douze grains d'or qu'ils auront essayés. J'ai suivi cet usage dans les expériences que j'ai déjà rapportées; il n'entraîne en effet aucun inconvénient, quand on a des balances aussi sensibles qu'exactes, & il m'a épargné d'ailleurs beaucoup de travail sur le grand nombre de coupelles, dont j'ai fait la réduction pour en extraire l'or & l'argent qu'elles tenoient recelés: mais dans cette occasion-ci, j'ai employé un gros réel; & comme chaque karat de la semelle établie par la loi répond juste à un grain, poids de marc, j'ai cru qu'il conviendrait, pour ne pas m'écarter du langage des Essayeurs, de représenter ce gros par 72 karats.

XIII.<sup>e</sup> Je le fis donc passer à la coupelle, comme je l'ai dit, dans  
Expérience. 4 gros de plomb; le bouton qui en provint pesoit 72 karats  $\frac{33}{64}$ ; l'excédant de poids sur ce bouton étoit par conséquent de plus d'un demi-karat: on verra dans la suite qu'il devoit être porté plus haut, à cause de la petite portion d'or que la litharge avoit entraînée.

XIV.<sup>e</sup> L'excédant de poids ne fût que de  $\frac{23}{64}$  dans une autre  
Expérience. expérience, où j'avois employé également 72 karats d'or & 4 gros de plomb.

XV.<sup>e</sup> 48 karats d'or passés dans 2 gros  $\frac{1}{2}$ , 12 grains de  
Expérience. plomb, dose proportionnée à celle de 4 gros que j'avois employée pour 72 karats, me donnèrent un bouton qui avoit en augmentation de poids  $\frac{20}{64}$ .

XVI.<sup>e</sup> Elle se trouva de  $\frac{21}{128}$  sur 36 karats d'or, avec 2 gros  
Expérience. de plomb.

XVII.<sup>e</sup> Et de  $\frac{4}{32}$  seulement sur 24 karats, pour lesquels la dose  
Expérience. de plomb proportionnelle fut d'un gros 24 grains.

De ces cinq dernières expériences, si on écarte la première à laquelle j'aurai lieu de revenir, on verra que l'augmentation de poids, sans suivre une progression bien exacte, est plus forte relativement à la plus grande quantité d'or employée, & que ce surcroît de pesanteur, s'il ne va qu'à  $\frac{4}{32}$  sur 24 karats d'or, est d'à-peu-près  $\frac{6}{32}$  sur 36 karats, & d'environ

$\frac{1}{32}$  sur 72 karats; mais cette augmentation de poids ne tenant certainement ni à la parcelle d'argent que contient le plomb dont j'ai fait usage, ni au merveilleux qui pourroit se présenter à l'esprit sur une augmentation de la matière même de l'or, il faut nécessairement rejeter sur une cause accidentelle, & le surcroît de pesanteur qui a lieu ici d'une manière constante, & l'inégalité qu'on y remarque, quoiqu'il paroisse assez proportionnel à la quantité de matière sur laquelle on l'observe.

Une des principales raisons qui me détermina à faire sur l'or fin seul les expériences variées dont je ne viens d'exposer qu'une partie, ce fut parce que je soupçonnai d'abord que le cuivre qui entroît dans la matière de mes essais ne se dissipoit pas en total dans l'opération de la coupelle; que l'or avec lequel il se trouvoit intimément mêlé, le défendoit un peu de l'action de la litharge, & que l'augmentation de poids pouvoit être dûe à quelque portion de cuivre que l'or auroit recelée. Je savois en effet qu'il est difficile de dépouiller complètement l'or du cuivre par la voie de la coupelle, & que la difficulté augmente lorsqu'une grande quantité de ce dernier métal réduit l'or à un titre très-bas (b).

Je n'avois donc pas de moyen plus sûr, pour détruire mes soupçons, que de bannir le cuivre de quelques expériences, & d'examiner si malgré cela l'excédant de poids subsisteroit.

(b) Voici deux exemples de la difficulté qu'on éprouve à séparer le cuivre de l'or, lors même que le premier de ces métaux ne se trouve joint au second qu'en petite quantité. J'ai fait passer à la coupelle, dans un gros de plomb que j'y ai mis en une seule fois, 11 grains d'or fin représentés par 22 karats, & un grain de cuivre représenté par 2 karats; le bouton d'essai qui en provint n'étoit pas net, aussi pesoit-il 22 karats  $\frac{77}{32}$ , & annonçoit-il, par cet excédant de poids étranger à l'or qu'il contenoit encore, plus d'un quart de la portion de cuivre qui étoit entrée dans la matière de l'essai.

J'ai répété cette expérience sur une égale quantité d'or & de cuivre, mais en employant 2 gros de plomb, & en les mettant dans la coupelle à trois reprises; j'obtins, dans cette seconde expérience, un bouton assez beau, mais sans éclat; son poids étoit de 22 karats  $\frac{2}{32}$ , c'est-à-dire de  $\frac{3}{32}$  au-delà de l'or fin employé; excédant que j'aurois reconnu encore plus marqué si j'avois extrait de la coupelle & joint au poids du bouton, la parcelle d'or que la litharge avoit entraînée.

Dans la première de ces deux expériences, j'avois employé un gros de plomb, quantité six fois plus consi-

Les cinq dernières expériences prouvent évidemment qu'il faut remonter à une autre cause que celle de la présence du cuivre pour donner une explication satisfaisante de l'augmentation de poids. Quoique je ne pusse plus douter qu'elle ne fût relative qu'à l'or seul, je voulus cependant examiner si ce métal, joint au double de son poids en argent pur, & porté par-là à une assez grande extension, se maintiendrait dans le surcroît de pesanteur qu'il m'avoit toujours annoncé lorsqu'il étoit seul, & très-rapproché nécessairement dans ses parties propres & parfaitement homogènes.

XVIII.<sup>e</sup>  
Expérience.

Je fis en conséquence passer à la coupelle, dans un gros de plomb que j'y mis en une seule fois, 20 karats d'or & 52 karats d'argent; le bouton que j'en retirai ne pesoit que 71 karats  $\frac{51}{64}$ : par l'action de la litharge qui s'étoit portée principalement sur l'argent, je perdus  $\frac{13}{64}$ ; mais cette même litharge me restitua bientôt ce qu'elle avoit enlevé, & je trouvai dans le globule d'argent qu'elle me rendit un peu plus de  $\frac{16}{64}$ , & par conséquent une légère augmentation sur le poids total de l'or & de l'argent que j'avois employé.

XIX.<sup>e</sup>  
Expérience.

Je répétois cette expérience, mais en doublant la dose du plomb, & en le mettant à trois reprises dans la coupelle; alors j'éprouvai, comme je m'y attendois, une perte plus considérable sur le bouton d'essai; il se trouva réduit à 71

dérable que la matière totale de l'essai, & soixante-douze fois plus que la portion de cuivre qui y étoit entrée; cette quantité de plomb auroit été suffisante, d'après le règlement, pour affiner de l'argent chargé d'un douzième d'alliage, & on a vu combien elle en a laissé subsister dans l'or, quoique l'alliage n'y fût qu'au même degré. On a dû remarquer encore que, dans la seconde expérience, une dose double de plomb & distribuée dans la coupelle pendant l'opération, de manière à produire le plus grand effet sur l'alliage, ne paroît pas encore l'avoir enlevé totalement, & n'a eu

plus de succès pour épurer l'or qu'aux dépens même de ce précieux métal: peut-être parviendrait-on enfin à dépouiller l'or du cuivre par la voie de la coupelle, & en suivant la méthode que j'ai indiquée, de n'employer le plomb que par parties, à mesure que le cuivre se dissiperait; mais cet avantage ne pourroit être recherché qu'autant qu'on seroit sûr que l'or n'auroit que le cuivre pour alliage; car si l'argent en faisoit partie, on manqueroit son but, & la voie du départ seroit la seule qui pourroit réussir.



karats  $\frac{28}{64}$ ; mais ayant retiré de la litharge un globule d'argent qui pesoit  $\frac{41}{64}$ , j'eus sur le poids total un excédant de  $\frac{5}{64}$ , & une nouvelle preuve que cette particularité a sa cause essentielle dans la portion d'or qui fait partie de la matière d'un essai.

On m'objectera peut-être avec quelque fondement, que, d'après mes propres observations, consignées dans un de mes Mémoires que j'ai déjà cité, l'argent pur qui a passé à la coupelle annonce une légère augmentation de poids, & que par conséquent étant mêlé avec l'or, il peut contribuer, comme ce métal-ci, au surcroît de pesanteur qu'on observe dans les deux métaux réunis, & que je n'attribue néanmoins essentiellement qu'à l'or seul.

Il est vrai que lorsqu'on fait passer de l'argent pur à la coupelle, dans quelque quantité de plomb qu'on veuille, le bouton d'essai qui en résulte étant joint au globule d'argent que la litharge a restitué, pèse un peu plus que la portion de matière mise d'abord en expérience; mais outre que cet excédant de poids est très-foible, en comparaison de celui qu'on remarque sur l'or fin, la cause de cet excédant s'annonce dans les boutons d'argent seul, pour peu qu'on s'y rende attentif; leur partie convexe est nette à la vérité & très-brillante; mais le dessous de ces mêmes boutons qui étoit appliqué sur le fond du bassin des coupelles, est taché d'un jaune clair, & avertit que quelque chose d'étranger y reste encore adhérent. Il n'en est pas de même des boutons d'or fin ou de ceux qui sont composés d'or & d'argent purs; on a beau les examiner, on n'y remarque rien d'étranger à ces deux métaux lorsque l'opération de la coupelle a parfaitement réussi; la partie convexe des uns & des autres, & sur-tout des boutons d'or fin, a le plus grand éclat, & tandis que le dessous de ces mêmes boutons d'or pur a la riche couleur qui caractérise ce métal privé du poli, le dessous des boutons d'argent pur, où l'or n'entre qu'en partie, est d'un blanc mat, & laisse à la balance seule à décider si quelque substance étrangère fait corps avec ces boutons.

Ainsi l'on juge que, dans la supposition même où l'argent pur mêlé avec de l'or, conserveroit la disposition à recevoir un léger surcroît de pesanteur par l'opération de la coupelle, cette augmentation de poids sera toujours plus relative à l'or qu'à l'argent, & aura une cause plus voilée dans le premier de ces métaux que dans le second : loin de la chercher en effet dans quelque parcelle de cuivre qui auroit échappé à l'action de la litharge, comme je l'ai soupçonné d'abord, j'aurois remonté à cette cause simple, si quelque chose d'extérieur m'en eût averti dans les essais d'or fin, & si tout, au contraire, n'eût pas contribué à me faire regarder les produits qui en résultoient comme réduits à leur matière propre & revenus à toute leur pureté primitive.

Toutes mes vues se tournèrent donc du côté des moyens de faire perdre aux boutons d'or fin l'excédant de poids plus ou moins considérable que j'y observois, & à le leur enlever, sans que la matière précieuse éprouvât la moindre altération.

XX.<sup>e</sup>  
Expérience. Il me parut convenable cependant, avant que d'y avoir recours, de traiter au moins une fois, par la voie du départ, quelque bouton d'or fin qui eût un excédant de poids. Je choisis, pour cette opération, celui dont j'ai parlé dans la dixième & la onzième expérience, lequel n'étant primitivement que de 24 karats justes, s'étoit trouvé de 25 karats  $\frac{7}{32}$ , après avoir passé à la coupelle dans un gros de plomb, & ne contenoit plus, suivant la onzième expérience, que  $\frac{4}{32}$  d'excédant de poids, après une seconde épreuve dans une égale quantité de plomb : ce n'est pas certainement que j'eusse la moindre idée d'une augmentation de la matière même de l'or, mais il falloit que cette opération fût faite, & qu'elle dissipât toute apparence même de transmutation.

Ce bouton, du poids de 24 karats  $\frac{4}{32}$ , fut donc passé à la coupelle dans un gros & demi de plomb, avec la quantité d'argent pur qu'il exigeoit ; le nouveau bouton ayant été laminé, départi & recuit, donna un cornet d'or qui ne pesoit plus que 23 karats  $\frac{30}{32}$  ; ainsi toute l'augmentation de poids disparut,

disparut; & le bouton d'or fin sembla encore avoir perdu  $\frac{2}{32}$  sur son poids réel; mais la litharge, dans laquelle ce bouton avoit passé d'abord, me restitua ces  $\frac{2}{32}$ , & un peu au-delà, parce qu'elle me rendit en même temps la particule d'argent que les 2 gros de plomb contenoient.

Je viens actuellement aux moyens, moins décisifs il est vrai que celui du départ, mais toujours concluans, que je mis en usage pour faire évanouir cette augmentation de poids.

Un fort recuit & long-temps soutenu que je fis éprouver dans la moufle à quelques boutons d'or fin, & notamment à celui de la quinzisième expérience, qui pesoit 48 karats  $\frac{19}{32}$ , leur fit perdre une partie de ce surcroît de pesanteur, mais ne fut jamais capable de le dissiper en total; j'avois aplati ces boutons, afin que le recuit poussé jusqu'au blanc eut un effet plus étendu; la surface de ces petites plaques d'or avoit, au sortir de la moufle, la belle couleur matte de l'or fin qu'on a fait rougir à un feu vif & capable de le mettre en fusion, si le métal y restoit long-temps exposé; mais après avoir rompu une de ces plaques, en la pliant à plusieurs reprises dans les deux sens opposés, je m'aperçus, à la loupe, que la mie du métal n'étoit pas nette, & conservoit encore quelque chose d'étranger aux parties propres de l'or.

XXI.  
Expérience.

Je soumis à un nouveau recuit cette petite plaque d'or divisée; la mie du métal me parut nette au sortir de la moufle, & avoir repris la belle couleur d'un jaune mat qui devoit la caractériser.

Je n'attendis donc pas du simple recuit la dissipation totale du surcroît de pesanteur dans les boutons d'or fin, ou dans ceux qui étoient composés d'or & d'argent, & je ne comptai que sur une fusion complète de ces mêmes boutons pour parvenir à ce but; mais cette opération demandoit des ménagemens, & plus d'attention encore pour ne rien perdre des parties propres de ces deux métaux, que pour n'y rien laisser de celles qui ne leur appartenotent pas.

N'espérant pas d'abord que je pusse obtenir la fusion de l'or fin dans le fourneau d'essai, je ne cherchai à la produire

XXII.<sup>e</sup>  
Expérience. que par le moyen du feu de forge, & à l'aide d'un bon soufflet. Je choisîs pour cette expérience un bouton d'or fin, dont le poids primitif étoit de 36 karats justes, & qui, après avoir passé à la coupelle, dans 2 gros de plomb, avoit conservé  $\frac{25}{56}$  de karat en surcroît de pesanteur. Je plaçai ce bouton dans une coupelle neuve, en observant de l'y mettre de façon que la partie convexe fût appliquée sur le fond du bassin de la coupelle, & s'y maintint jusqu'au moment de la fusion; l'incertitude où j'aurois pu être s'il auroit été réellement fondu, avant que je l'eusse retiré de la coupelle, puisque je ne devois le voir que refroidi, m'engagea à prendre cette précaution; je couvris ce bouton d'une autre coupelle neuve, & je plaçai ensuite ce petit appareil dans un creuset d'Allemagne, dont le fond proportionné à la coupelle que j'avois un peu arrondie en dessous la maintenoit solidement. Je couvris ce creuset, & après l'avoir laissé rougir doucement entre des charbons déjà allumés, je poussai le feu; lorsque je crus qu'il avoit été assez vif pour que l'or eût été bien fondu, & eût pu même éprouver ces mouvemens légers de circulation qu'une grande chaleur lui donne, je retirai le creuset du feu; le couvercle y étoit adhérent, & m'annonça par-là que le degré de chaleur que l'or y avoit reçu, étoit au moins suffisant pour les vues particulières qui m'occupoient. Je m'en aperçus encore mieux, en examinant le bouton de cette expérience; il étoit plus arrondi que dans le moment où je l'avois mis dans la coupelle; ce rapprochement plus intime des parties devenoit une preuve, & de la pureté de la matière, & de la fusion complete où je l'avois portée.

Je considérai attentivement, à l'aide d'une forte loupe, le bassin de la coupelle d'où ce bouton avoit été retiré, & celui de la coupelle qui lui avoit servi comme d'une espèce de dôme pour le tenir à couvert; je n'y remarquai aucune particule d'or; j'observai seulement qu'il y avoit quelques taches légères sur le bassin de la coupelle, où le bouton avoit été fondu; & j'ai eu lieu dans la suite de faire la même observation dans les épreuves du genre de celle que je rapporte.

Le bouton dont il s'agit ici ne pesoit plus, après cette opération, que 35 karats  $\frac{247}{256}$ ; c'est-à-dire, qu'il avoit perdu non-seulement les  $\frac{25}{256}$  d'excédant de poids que j'ai fait remarquer plus haut, mais encore  $\frac{9}{256}$  de karat sur la matière même de l'or; mais ayant retiré de la litharge, où le bouton avoit passé en premier lieu, un petit globule d'or tenant argent du poids de  $\frac{10}{256}$ , j'ai eu par-là, & les  $\frac{9}{256}$  qui manquoient au bouton, pour que son poids primitif fût complet, &  $\frac{1}{256}$  au-delà qui n'étoit dû qu'à la parcelle d'argent, contenue dans les 2 gros de plomb que j'avois employés pour l'expérience dont il s'agit ici.

Je la répétois sur une quantité pareille d'or fin, qui fut passée également dans 2 gros de plomb; le bouton qui en résulta, pesoit 36 karats  $\frac{10}{128}$ , & avoit par conséquent cette fraction de karat pour excédant de poids; je lui fis d'abord éprouver une perte de  $\frac{5}{128}$  par un simple recuit; placé ensuite entre deux coupelles dans un creuset, & mis de nouveau en fusion, au feu de forge, comme celui dont je viens de parler, il perdit encore  $\frac{10}{128}$ ; c'est-à-dire,  $\frac{5}{128}$  au-delà du poids réel de l'or; mais un petit globule d'or tenant argent, restitué par la litharge, remplaça bientôt cette perte momentanée de  $\frac{5}{128}$ ; il contenoit d'ailleurs la particule d'argent que la litharge avoit abandonnée; & en même temps qu'il servoit à compléter les 36 karats d'or fin qui avoient fait la matière de l'essai, il avertissoit, comme dans l'expérience précédente, d'un excédant de poids en argent, presque inappréciable, il est vrai, mais assez réel cependant pour donner de la pâleur au petit globule d'or.

Quoique j'eusse réussi, pour mes vues particulières, à fondre les boutons d'or fin au feu d'une forge, & avec les précautions que j'ai marquées, je desirois cependant que cette opération devînt plus simple en elle-même, sans rien perdre de son exactitude; je regardois sur-tout comme satisfaisant, à quelques égards, qu'on pût être spectateur de l'état du bouton dans la coupelle, soit avant qu'il fût fondu, soit pendant qu'il seroit en bain & éprouveroit de légers mouvemens, soit enfin

XXIII.  
Expérience.

lorsqu'il seroit fixé sur le bassin de la coupelle, par une diminution accidentelle ou prévue de la grande chaleur qui le tenoit en fusion. J'aurois espéré en vain cet avantage des fourneaux d'essai ordinaires, & restreints à la forme simple qu'on leur a donnée; le degré de chaleur qu'ils procurent est modéré, mais il suffit pour les opérations auxquelles on s'y borne; la chaleur pourroit même nuire quelquefois à ces opérations, si elle étoit trop violente, par une disposition constante des fourneaux, & si les Essayeurs ne pouvoient pas la régler à leur volonté. Mais pour des opérations telles que je les projetois, & sur-tout pour la fusion de l'or fin, au milieu d'une moufle d'une assez grande capacité, & dans une coupelle très-éloignée nécessairement des charbons embrasés, par la place qu'elle y occupe, il falloit que le fourneau d'essai reçût des augmentations qui le rapprochassent de la forme des fourneaux à vent les plus actifs, & qu'il pût produire au moins autant d'effet que ceux-ci.

Ayant reconnu depuis long-temps qu'on pouvoit tirer un parti utile du fourneau destiné aux essais, pour des opérations de ce genre, qui en sortant de l'ordre commun servent souvent à éclairer pour celles qui ne s'en écartent pas, j'ai toujours cherché, dans les différens Laboratoires que j'ai eus, à profiter de leur disposition pour rendre, à mon gré, un fourneau d'essai très-actif, ou pour y maintenir la chaleur dans une action modérée, lorsque je le jugeois à propos. Celui dont je fais usage aujourd'hui à la Monnoie, me donne ce double avantage par des moyens différens que j'ai sous la main, & qui, en me laissant la liberté de passer tout d'un coup d'une extrémité à l'autre pour la chaleur, me rendent en même temps le maître, ou de la diminuer peu-à-peu, ou de l'augmenter par degrés.

Le point essentiel pour un fourneau à vent, comme je l'ai déjà dit dans un de mes Mémoires, consiste à tirer l'air d'un autre endroit que celui où le fourneau est situé, & à ôter toute communication entre ces deux endroits lorsque le fourneau est en action; il est avantageux aussi, pour qu'elle

soit plus vive, qu'il puisse s'établir un courant d'air considérable dans l'endroit séparé du fourneau; & que la ventouse, qui fait seule la communication entre le cendrier de ce fourneau & cet endroit séparé, soit le plus près qu'il est possible, par son ouverture la moins large, de la partie inférieure du fourneau.

C'est sur ce principe qu'il seroit superflu de développer ici, que j'ai fait au fourneau d'essai quelques additions qui en sont indépendantes, & dont on peut même ne profiter qu'autant qu'on le veut.

Le mur qui sépare mon Laboratoire d'une autre pièce qui en dépend, a deux pieds d'épaisseur; on y a adossé une cheminée assez large pour recevoir les vapeurs d'un fourneau de fusion ordinaire, celles du feu d'une forge, & enfin celles qu'un ou deux fourneaux d'essais pourroient donner; un vaste manteau couvre la totalité, & règne en même temps au-dessus d'une table en fer fondu, à hauteur d'appui sur laquelle porte ce qui dépend de la forge, & repose le fourneau d'essai. Vis-à-vis de l'endroit où ce fourneau est placé, j'ai fait percer le mur, en donnant un pied carré à la plus grande ouverture qui est du côté de la pièce séparée du Laboratoire, & cinq pouces seulement à la plus petite ouverture qui est du côté du fourneau; en face de celle-ci, & sur la table de fer dont j'ai parlé, s'élève une petite enceinte en briques, dont la hauteur est de 7 à 8 pouces, & la largeur plus grande que celle de la base du fourneau d'essai; le vide intérieur de cette enceinte répond, pour ses dimensions, à l'ouverture la moins large de la ventouse, & n'en est, pour ainsi dire, que la continuation; le fond du cendrier des fourneaux d'essais ordinaires n'est point ouvert; le charbon s'y consume sur les cendres qui s'y trouvent accumulées; j'ai pratiqué au cendrier du mien, une ouverture de 5 pouces en carré, & garnie d'une grille de fer. L'enceinte de briques, dont il vient d'être question, étant à jour dans sa partie supérieure, & du côté seulement de la petite ouverture de la ventouse, & la surface étant bien plane & de niveau, elle se trouve

*Voyez l'explication des figures,*  
PLANCHE  
I.

PLANCHES  
II & III.

propre à recevoir le fourneau d'essai dont le fond garni de sa grille répond exactement à la partie vide de l'enceinte de briques, & a, par-là, avec la ventouse une communication directe. Mais avant que de l'y établir, j'ai fait placer sur l'enceinte de briques, un châssis de fer qui a 3 à 4 lignes d'épaisseur, & toute la largeur de la base du fourneau; ce châssis a aussi une ouverture dans son milieu de 5 pouces en quarré; on y a pratiqué des rainures, le long de deux des côtés intérieurs de cette même ouverture, à la faveur desquelles, une coulisse de fer la bouche entièrement quand on le veut, & arrête par-là tout l'effet de la ventouse.

C'est sur ce châssis appliqué lui-même sur l'enceinte de briques, qu'est établi le fourneau d'essai; & c'est en même temps, par la correspondance qu'il y a entre les ouvertures pratiquées également à chacune de ces parties, que la grille de ce fourneau est exposée à tout le courant d'air que la ventouse peut fournir; afin même de lui ôter toute autre issue que celle-là, j'ai lié, par un enduit assez épais de terre à creuset, le bas du fourneau & le châssis aux bords un peu saillans de l'enceinte; de manière que de cet ensemble, si facile à désunir, il ne résulte aux yeux qu'un seul & même fourneau, dont l'intérieur de l'enceinte de briques devient le véritable cendrier, tandis que celui du fourneau d'essai simplé n'est plus qu'un dépôt où les charbons embrasés sans cesse sont rapidement consommés.

A l'avantage que je tire, pour une grande chaleur, des additions faites au fourneau d'essai dont il vient d'être question, je joins encore celui de rendre le courant d'air plus rapide, en couvrant le fourneau d'une chape de fer à laquelle j'ai fait pratiquer une porte volante pour l'introduction fréquente du charbon dans le corps du fourneau, & qui est surmontée elle-même d'un tuyau dont la grosseur est réglée sur la plus petite ouverture de la chape, qui est de cinq pouces quarrés, & proportionnée à la plus petite aussi de la ventouse du fourneau.

Lorsque mes opérations demandent la plus grande chaleur



que le fourneau puisse donner en cet état, j'expose l'endroit séparé du Laboratoire, où répond la grande ouverture de la ventouse, à tout le courant d'air qu'il est possible de lui procurer, suivant les circonstances, & qui, soit du côté du Sud, soit du côté du Nord, peut s'y établir également; j'ôte toute communication de cet endroit avec le Laboratoire; je n'en laisse même aucune à celui-ci avec d'autres pièces voisines; & bientôt, si le fourneau est déjà échauffé jusqu'à un certain point, un bruit sourd s'y fait entendre, la flamme s'échappe de toutes parts; les charbons ne sont plus couverts d'une cendre légère; le progrès de la chaleur est subit. Cette grande activité commence à se ralentir si la chape est ouverte; l'air communiqué au Laboratoire par une pièce voisine, mais fermée de tous les autres côtés rend encore le feu moins vif; il cesse de l'être tout-à-coup, si la porte du Laboratoire exposée à l'air libre est un peu entr'ouverte; & je n'ai plus qu'un fourneau d'essai ordinaire si, en poussant la coulisse sous la grille, je prive la ventouse de tout son effet.

Ce fut donc en portant la chaleur au plus haut degré que pouvoit me donner ce fourneau, & en l'y soutenant assez long-temps, que je parvins à y tenir l'or fin en fusion; je n'obtins même cet avantage qu'en accumulant sans cesse les charbons sous la moufle, où ils étoient consommés assez vite, & en garnissant l'entrée de la moufle de charbons bien embrasés, au-dessus desquels je n'avois laissé que le jour nécessaire pour que mon œil plongeât dans l'intérieur de la moufle, & y jugeât à chaque instant du progrès de mes opérations.

Une des premières expériences que je fis, pour connoître l'effet de cette grande chaleur, tomba sur un bouton d'or fin qui primitivement de 72 karats justes, avoit acquis, en passant dans la litharge,  $\frac{47}{64}$  au-delà de ce poids; après avoir été fondu dans la moufle, il ne pesoit plus que 71 karats  $\frac{63}{64}$ , & loin d'avoir conservé quelque chose du surcroît de pesanteur que j'y avois d'abord reconnu, il perdit  $\frac{1}{64}$  sur son poids réel.

XXIV.  
Expérience.

XXV.<sup>e</sup> Je voulus favoir si ce bouton, fondu de nouveau dans la  
Expérience. moufle, éprouveroit encore quelque perte; après une fusion  
complète, où je voyois l'or en bain & légèrement agité, ce  
bouton sortit de la coupelle avec le poids dont il étoit avant  
cette seconde épreuve, & j'eus lieu de présumer qu'il étoit  
réduit à sa matière propre; qu'il ne contenoit au moins que  
la parcelle d'argent fournie par la litharge, & que toute autre  
substance, différente des deux métaux essentiels, en étoit  
absolument bannie.

48 karats d'or pur firent, comme on a vu plus haut, la  
matière de la quinzisième expérience, & donnèrent un bouton  
qui pesoit 48 karats  $\frac{20}{64}$ ; je lui enlevai d'abord, par un simple  
recuit, suivant la vingt-unième expérience, une partie de  
cet excédant de poids; le reste m'a paru être totalement dis-  
sippé, dans cette expérience-ci, par la fusion répétée de ce  
XXVI.<sup>e</sup>  
Expérience. même bouton.

Ces exemples suffisent pour prouver que le surcroît de  
pesanteur dont il s'agit, relativement à l'or fin, ne tient point  
essentiellement à ce métal, & disparoît bientôt, dès qu'on  
met l'or en état de se dégager des substances étrangères qui  
sont incapables de faire corps avec lui,

XXVII.<sup>e</sup> Cette grande chaleur du fourneau d'essai m'a été utile  
Expérience. également pour les boutons composés d'or & d'argent, où  
cet excédant de poids avoit lieu. Après avoir fait passer à la  
coupelle 20 karats du premier de ces métaux, & 52 karats  
du second dans 2 gros de plomb, que j'employai à trois  
reprises, j'obtins un bouton qui ne pesoit plus que 71 karats  $\frac{56}{128}$ ;  
ce même bouton, remis seul en fusion dans une coupelle  
neuve, perdit encore  $\frac{9}{128}$ ; mais un globule d'argent aurifère  
du poids de  $\frac{82}{128}$  que je retirai de la première coupelle dans  
laquelle la litharge l'avoit entraîné, me rendit exactement ce  
qui manquoit sur le poids réel de l'or & de l'argent, & me  
restitua même  $\frac{1}{128}$  au-delà, qui appartenoit au plomb que  
j'avois employé; on voit par cette expérience, que le bouton,  
au sortir de la première coupelle, & réuni au globule d'argent,  
auroit eu  $\frac{10}{128}$  d'excédant de poids, dont  $\frac{9}{128}$  s'évanouirent,  
comme

comme cela devoit arriver, par une nouvelle fusion, &  $\frac{1}{128}$  subsista comme une portion réelle d'argent sur laquelle on devoit compter, à la rigueur, toute impalpable qu'elle étoit. J'obtins le même résultat, à très-peu de chose près, d'une autre expérience dans laquelle je joignis à 20 karats d'or pur 51 karats d'argent fin & un karat de cuivre; ces 72 karats de matière composée passèrent à la coupelle dans 2 gros de plomb qui y furent mis à trois reprises, afin qu'ils enlevassent plus sûrement la petite portion de cuivre qui étoit entrée dans la matière de l'essai; il en provint un bouton qui pesoit 70 karats  $\frac{45}{64}$ . Deux petits globules d'argent, restitués par la litharge, & du poids de  $\frac{87}{128}$ , fournirent ce qui manquoit au bouton principal pour qu'il représentât le poids primitif de l'or & de l'argent seulement, le karat de cuivre ne subsistant plus; & ils donnèrent même un léger excédant de poids, au-delà des 71 karats, lequel se dissipa, comme dans les autres expériences, par la fusion qu'éprouvèrent ensemble, dans une même coupelle, & le bouton principal & les deux globules qui lui appartenoient.

20 karats d'or & 52 karats d'argent pour lesquels je n'employai qu'un gros de plomb & tout-à-la-fois, ne se trouvèrent avoir perdu, au sortir de la coupelle, que  $\frac{26}{128}$ ; un globule d'argent aurifère, du poids de  $\frac{33}{128}$ , couvrit cette perte, en donnant même un excédant de  $\frac{7}{128}$  qui s'évanouit par la refonte du bouton.

Dans la vue de faire absorber par la coupelle une partie considérable des deux métaux essentiels qui entreroient dans la matière d'un essai, je fis passer à la coupelle 20 karats d'or, 51 karats d'argent, & un karat de cuivre dans 3 gros de plomb; je les employai à quatre reprises, & en attendant toujours, suivant la règle que je m'étois prescrite, que la portion mise dans la coupelle s'y fût entièrement imbibée; aussi perdis-je, dans cette opération, non-seulement la totalité du cuivre, mais encore, pour un moment, près d'un karat sur les deux autres métaux; le bouton que j'obtins ne pesoit que 70 karats  $\frac{3}{128}$ ; je retirai d'abord de la litharge

XXVIII.  
Expérience.

XXIX.  
Expérience.

XXX.  
Expérience.

Mém. 1776.

Ggg

revivifiée, un globule d'argent aurifère du poids de  $\frac{120}{128}$ ; il ne suffisoit pas, à  $\frac{5}{128}$  près, pour couvrir la perte que les deux métaux précieux avoient faite: je ressuscitai de nouveau la litharge qui m'avoit restitué ce globule; & passée de nouveau à la coupelle, elle me rendit rigoureusement les  $\frac{5}{128}$  qui devoient rendre complets les 71 karats d'or & d'argent que j'avois employés.

Je n'eus point d'excédant de poids dans cette circonstance, soit qu'il me fût échappé quelque particule d'or ou d'argent dans le cours de l'opération, soit que la grande chaleur que le bouton d'essai éprouva, lorsque je le fis passer dans la dernière portion de plomb, l'eût mis en état, par une fusion bien complète & soutenue après l'imbibition totale de la litharge, de se dépouiller parfaitement de tout ce qui étoit étranger aux deux métaux essentiels.

Je prie actuellement l'Académie de se rappeler que la neuvième expérience, dont il étoit nécessaire d'exposer tous les détails, a roulé sur 20 karats d'or pur, 51 karats d'argent fin, & un karat de cuivre, & que ces 72 karats de matière composée ont été passés neuf fois à la coupelle dans 2 onces 4 gros de plomb, lequel ne fut employé que par petites parties, & après que chacune d'elles avoit produit son effet. Il résulta, comme on a dû l'observer, des neuf épreuves auxquelles ces 72 karats de matière furent soumis, que le bouton d'essai, à la dernière, ne pesoit plus que 65 karats  $\frac{12}{64}$ , mais que les neuf globules d'argent aurifère qui avoient été restitués par les coupelles où ce bouton avoit passé, pesant ensemble 5 karats  $\frac{41}{64}$ , ils avoient remplacé ce qui manquoit à ce bouton pour qu'il représentât la totalité de l'or & de l'argent qui étoit entrée dans la matière de l'essai.

Après l'exposé des neuf épreuves que subit ce bouton, & qui sembloient ne laisser plus rien à desirer sur la pureté à laquelle il étoit possible qu'on le portât, j'annonçai une dixième épreuve sur ce bouton d'essai, mais je différerai d'en donner les détails, jusqu'à ce que le grand nombre d'expériences dont je viens de rendre compte, postérieurement à la

neuvième, eussent été présentées & servissent à jeter du jour sur la dixième épreuve à laquelle ce bouton d'essai, si vivement & si souvent éprouvé, fut soumis pour la dernière fois.

On a vu qu'au sortir de la neuvième épreuve, il pesoit 65 karats  $\frac{19}{64}$ ; je le fis passer à la coupelle & à une chaleur très-vive dans 3 gros de plomb que j'employai à quatre reprises, & en laissant toujours à chaque partie de ce métal, réduite en litharge, le temps de s'imbiber dans la coupelle. Le nouveau bouton ne se trouva plus, après l'opération, que du poids de 64 karats  $\frac{25}{64}$ , & perdit par conséquent  $\frac{18}{64}$ . Je retirai de la coupelle où il avoit passé un globule d'argent aurifère, pesant  $\frac{53}{64}$ ; non content de cette première restitution, je ressuscitai de nouveau la litharge qui m'avoit rendu ce globule, & j'en obtins un autre très-petit qui pesoit  $\frac{3}{64}$ . On voit que, malgré cela, ce bouton de la dixième épreuve a souffert un déchet de  $\frac{3}{64}$ ; mais ce n'étoit pas le seul que j'y devois observer; il falloit que ce bouton éprouvât par lui-même, dans une coupelle neuve & sans l'intermède du plomb, une fusion complète, & que là il se dépouillât enfin de tout ce qui lui étoit étranger; aussi remarquai-je qu'après cette opération, où la chaleur fut très-vive, il étoit brillant & ne pesoit plus que 64 karats  $\frac{18}{64}$ ; d'où il résulta un nouveau déchet de  $\frac{7}{64}$ , lequel joint à celui de  $\frac{3}{64}$  dont je viens de parler, forme une perte de  $\frac{10}{64}$  sur la totalité de l'or & de l'argent qui étoit entrée dans l'expérience dont il s'agit; mais on va voir bientôt que cette perte n'est qu'apparente, & qu'une recherche rigoureuse, cependant exacte, des moindres particules de ces deux métaux qui appartenoint encore à la matière de l'essai, outre les onze globules dont j'ai parlé; on va voir, dis-je, que ces parties impalpables remettront tout dans l'ordre, & rétabliront l'or pur & l'argent fin que j'ai employés dans la totalité de leur poids.

Si à la fin de la neuvième épreuve que je fis subir au bouton d'essai, & où j'ai suspendu les détails relatifs à la neuvième expérience, j'eusse considéré cette expérience en elle-même comme terminée enfin avec succès, & donnant

un résultat décisif, puisque je trouvois, tant dans le bouton principal que dans les neuf globules qui lui appartenoient, la totalité de l'or & de l'argent que j'avois employée; si, dis-je, à la vue d'un résultat si frappant, j'en eusse tiré la conclusion qui paroïssoit naturelle, avec combien de fondement ne m'auroit-on pas objecté non-seulement que la litharge qui m'avoit rendu les neuf globules d'argent aurifère dépendantes de cette expérience, pouvoit recéler encore quelques particules d'argent, mais que les 2 onces 4 gros de plomb qui avoient été employés dans cette opération devoient contenir quelque portion d'argent? que ce plomb avoit dû enrichir la matière de l'essai, & le faire d'une manière sensible, par l'emploi d'une si grande quantité de ce métal pour moins d'un demi-gros, tant en or qu'en argent, qui faisoit l'objet de l'expérience. Quels justes motifs, en un mot, n'auroit-on pas eus de ne pas regarder cette opération comme décisive, quelque satisfaisante qu'elle parût au premier coup-d'œil, puisqu'il y avoit lieu d'attendre une légère augmentation de poids en matière précieuse, d'après ces observations, puisqu'alors on auroit été dans le doute, ou sur la pureté parfaite du bouton d'essai, ou sur quelque augmentation dans cette même matière précieuse, comme le fruit annoncé par d'habiles Chimistes, de la litharge revivifiée, & d'une longue suite d'épreuves auxquelles une même quantité d'or & d'argent avoit été soumise!

Ce fut précisément la force de cette objection, le desir que j'avois de porter mon travail à une certaine exactitude, & la persuasion où j'étois, qu'après un si grand nombre d'opérations, le bouton d'essai & les neuf globules de cette expérience ne devoient pas me représenter la totalité de l'or & de l'argent dont j'avois fait l'emploi, qui me déterminèrent à faire passer ce bouton par une dixième épreuve, & à lui en faire subir une à lui-même seul & sans l'intermède du plomb, qui me donnât toute l'assurance qu'il m'étoit possible d'obtenir sur sa parfaite pureté.

Le plomb dont j'ai fait usage pour mes expériences, &

notamment pour celle dont il s'agit ici, contient  $\frac{1}{256}$  de karat, en argent par chaque gros; j'en ai employé 2 onces 7 gros pour les dix épreuves dont je cherche dans ce moment à établir le résultat rigoureux: on peut donc supposer, pour un instant, que cette quantité de plomb a enrichi le bouton d'essai de  $\frac{23}{256}$ , ou à peu-près  $\frac{6}{64}$  en argent, & qu'on y doit trouver cet excédant de poids, après avoir porté l'or & l'argent qu'il contient au dernier point de pureté. Je reviendrai sur ce calcul, parce qu'il exige quelque restriction.

On a vu dans le détail que j'ai donné de la dixième épreuve, qu'après avoir tiré de la première coupelle, un globule d'argent du poids de  $\frac{53}{64}$ , je ressuscitai de nouveau la litharge qui m'avoit rendu ce globule, & que j'obtins encore d'une seconde coupelle, où passa ce plomb revivifié, un autre très-petit globule qui pesoit  $\frac{2}{64}$ . On a remarqué en même temps que cette litharge provenoit de 3 gros de plomb; il faut donc compter sur un résultat pareil & proportionnel, en évaluant la quantité de 64.<sup>mes</sup> de karat que rendroient les 2 onces 4 gros de plomb employés pour les neuf premières épreuves, & porter à  $\frac{13}{64}$  ou environ, la quantité de ces fractions de karat que fourniroit la litharge ressuscitée une seconde fois de ces 2 onces 4 gros de plomb.

J'ai averti plus haut qu'il manquoit  $\frac{10}{64}$  sur le poids total, tant du bouton d'essai que de tous les globules qui lui appartenoient: en voici  $\frac{13}{64}$  qui en donnant un excédant de  $\frac{3}{64}$  préparent au résultat précis que j'ai à établir. Il paroît naturel, en effet, qu'il se trouve une légère augmentation de poids, laquelle est dûe à la petite portion d'argent que les 2 onces 7 gros de plomb ont pu fournir; mais il ne faut pas évaluer ce surcroît de pesanteur sur le pied du poids total de la particule d'argent que j'ai dit appartenir intrinsèquement aux 23 gros de plomb. J'ai fait observer que, d'après plusieurs essais de celui que j'ai employé, le poids total de la petite portion d'argent que les 23 gros de plomb contenoient par eux-mêmes, devoit être porté à  $\frac{6}{64}$ , ou à peu-près.

Cependant comme on sait qu'en ressuscitant de la litharge

à plusieurs reprises, elle ne se dépouille jamais parfaitement de l'argent qui s'y trouve contenu, quoique la quantité en soit moindre, à mesure qu'on réitère cette revivification; il est certain que la litharge des 23 gros de plomb dont il s'agit ici, conserve encore quelque portion d'argent, & que cette espèce de tenacité de la part de la litharge semble encore plus marquée, lorsqu'elle a déjà subi en ce genre un certain nombre d'opérations; ainsi, dans la supposition assez bien fondée que la litharge de tout le plomb que j'ai employé a conservé encore  $\frac{3}{64}$  de karat, ou environ, de l'argent qu'il contenoit par lui-même, une quantité à peu-près pareille aura passé dans la matière de l'essai, & y aura produit l'augmentation légère de poids que j'ai donné lieu d'y remarquer.

Voilà donc un résultat aussi exact qu'il m'a été possible de le donner, après une multitude d'opérations très-déliées en elles-mêmes, & dans le cours desquelles le moindre accident m'eût forcé de recommencer mon travail: 20 karats d'or pur, & 51 karats d'argent fin reparoissent sans aucune altération, après les épreuves les plus violentes; & quoique subdivisés en plusieurs parties, ils présentent, étant réunis, la totalité du poids qu'ils avoient.

On juge actuellement combien il m'eût été difficile de parvenir à cette précision, si je n'eusse pas été averti de l'excédant de poids que conserve toujours l'or fin qu'on fait passer à la coupelle dans une quantité quelconque de plomb; si je n'eusse pas reconnu que dans ce même or pur, quoique mêlé avec de l'argent, ce surcroît de pesanteur a également lieu, & si plusieurs expériences qui ont précédé celle que j'ai rapportée dans un si grand détail, ne m'eussent pas instruit du moyen simple de faire disparaître cet excédant de poids; il n'étoit dû, comme on le présume sans doute, en rapprochant tout ce qui a été exposé jusqu'ici, qu'à une petite portion de litharge, dont l'or, quoique dans une fusion complète, après avoir passé dans un bain de plomb, quoique brillant alors & très-net aux yeux, semble ne pouvoir pas se dépouiller.



Sans les lumières que je tirai de ce fait singulier, j'aurois regardé avec assez de fondement, comme porté au dernier point d'affinage, le bouton principal de la neuvième expérience, après toutes les épreuves auxquelles je l'avois soumis, & ne soupçonnant pas qu'il falloit lui faire subir une nouvelle fusion dans laquelle il se dégageroit enfin de tout ce qui lui étoit étranger, j'aurois remarqué dans le résultat de l'expérience un excédant de poids dont la cause m'auroit été inconnue, mais que les partisans de la transmutation auroient bientôt expliquée; c'est ainsi qu'un fait très-simple en lui-même, mais un peu enveloppé, & qu'on a négligé d'approfondir, devient quelquefois le germe d'un système auquel on plie avec effort tout ce qui paroît s'y rapporter : bientôt ce fait reçoit une explication naturelle, le système tombe, & tout rentre dans l'ordre des vérités reconnues.

Les détails auxquels je me suis livré dans ce Mémoire, & la précision que je me suis appliqué à y mettre, paroîtront peut-être plus propres à satisfaire la curiosité qu'à conduire au but d'utilité pour le commerce des matières d'or & d'argent, que je me suis proposé : mais on doit faire attention que les meilleures méthodes dans les Arts, quand on a pu les réduire à leur plus grande simplicité, doivent avoir pour base des principes constants, des faits sur lesquels il ne subsiste aucun doute; on doit supposer en second lieu, que les Artistes n'ont ni le temps, ni souvent la capacité de remonter à ces mêmes principes, de constater les faits qui en montrent la certitude, & de suivre par-là avec sécurité les méthodes qui leur sont indiquées.

J'ai cru en conséquence, qu'ayant pour objet, dans ce Mémoire, une opération intéressante pour le commerce, délicate en elle-même, & très-susceptible d'erreurs, ce seroit être utile à la plupart des Essayeurs, que de leur épargner des recherches pénibles, & de leur présenter une suite d'expériences sur l'exactitude desquelles ils pourroient compter : peut-être les résultats précis où elles m'ont conduit piqueront-ils la curiosité de quelques-uns d'entr'eux ; dès-lors, en

obtenant des résultats pareils, ils n'auront que plus de confiance dans leur travail, & ils pourront perfectionner un Art que je n'ai fait qu'ébaucher.

On a entrevu sans doute, dans le courant de ce Mémoire, que des deux méthodes, dont les Essayeurs ont le choix pour constater la quantité d'argent que contient un lingot d'or, je préfère celle où l'on se borne à un seul essai pour parvenir à ce but, & où l'argent fin, nécessaire au départ qu'on ajoute dans la coupelle à la matière de l'essai, ayant été pesé rigoureusement, devient la base du calcul qu'exige cette opération : on a dû même remarquer que toutes mes expériences tendent à perfectionner cette méthode, & à joindre un peu plus de certitude à sa simplicité.

Les Essayeurs intelligens, lorsqu'ils la mettent en usage, sont occupés de deux points essentiels ; l'un, d'employer la quantité de plomb nécessaire pour dépouiller la matière de l'essai de la totalité du cuivre qu'elle contient ; l'autre, d'éviter que par une dose de plomb trop forte, & une trop grande activité du feu, la litharge n'entraîne dans la coupelle une portion de *fin* plus considérable que celle dont l'essai le mieux conduit éprouve toujours la perte.

Outre que les Essayeurs se trouvent par-là continuellement dans une sorte de perplexité, & ne sauroient acquérir la certitude de leurs opérations, ils tombent dans une erreur nécessaire, puisqu'ils n'ont aucun égard à la portion de *fin* que la coupelle a absorbée, puisque dans leur calcul ils déduisent toujours la totalité de l'argent de départ qu'ils ont ajouté, & que, par une conséquence nécessaire, la perte de cette portion de *fin* entraînée par la litharge, tombe sur l'argent qui faisoit partie de la matière de l'essai. Dès-lors il devient évident que la détermination du titre d'un lingot d'or tenant argent, est toujours, à l'égard de ce dernier métal, au-dessous de la quantité réelle que ce lingot en contient, & que le Négociant qui en est propriétaire, perd de toute nécessité, par un vice de l'opération, cette portion de *fin* négligée ; il est certain, d'un autre côté, qu'elle devient plus

ou

ou moins considérable, suivant l'intelligence des Essayeurs; que si cette portion de matière est composée d'argent en grande partie, elle recèle aussi une particule d'or, & que les Essayeurs, en se restreignant aux opérations attachées à leur méthode, ou seront perdre constamment aux propriétaires des lingots, cette portion de *fin*, ou seront toujours hors d'état de la bien apprécier s'ils se déterminent à y avoir égard.

Aux représentations que j'ai faites quelquefois sur l'attention que pouvoit plus ou moins mériter cette portion de *fin* entraînée par la litharge, on a opposé comme un motif plausible de la négliger, ou pour mieux dire, de la compenser heureusement, un vice même de l'opération; on a supposé que le bouton d'essai n'étant pas, pour l'ordinaire, affiné complètement, ou étant laissé à dessein en cet état, il pouvoit représenter, par le cuivre qu'il conservoit encore, le peu de *fin* qui s'étoit introduit dans la coupelle, & fournir la base d'un calcul exact, quoiqu'il n'eût pas pour point fixe la quantité positive d'argent que la matière de l'essai contenoit.

On voit au premier coup-d'œil, combien seroit vague une estimation pareille, & quelles incertitudes elle attacherait à un Art, qui dans son genre, doit être regardé, en quelque manière, comme celui de la précision: si par un heureux hasard, cette espèce de compensation se trouvoit juste, l'Essayeur l'ignorerait, comme il ne seroit jamais instruit des erreurs fréquentes dans lesquelles il tomberait, en partant absolument de deux points qui lui seroient inconnus.

D'ailleurs, étoit-on averti encore de l'excédant de poids occasionné par la litharge, & qui s'annonce d'une manière constante dans les boutons des essais d'or? Prévoyoit-on que ce surcroît de pesanteur, joint à la partie incertaine d'alliage qu'on supposeroit dans ce même bouton, ne rendroit que plus difficile cette compensation prétendue, & que sous les apparences d'une sorte d'exactitude, on ne seroit, dans une route épineuse par elle-même, que des pas plus incertains?

Ce ne peut être donc qu'en portant à une pureté exacte l'or & l'argent contenus dans la matière d'un essai, & en

rassemblant les parties qui s'en sont séparées par une suite nécessaire de l'opération, qu'on jugera avec certitude, de la quantité de l'un & l'autre de ces métaux qui sera entrée dans la matière de cet essai, & qu'on pourra fonder un rapport juste entre cette portion d'or & d'argent connue distinctement, & le lingot inconnu dans son mélange d'où elle aura été tirée. Le grand nombre d'expériences que j'ai rapportées dans ce Mémoire, conduisent à ce but; & si elles annoncent aux Essayeurs un travail plus long que celui auquel ils sont dans l'habitude de se restreindre, elles leur promettent plus de certitude que leur méthode ordinaire ne peut leur procurer.

Je suis bien éloigné sans doute de prétendre qu'ils doivent s'assujettir aux opérations délicates, minutieuses si l'on veut, dans lesquelles m'a entraîné l'objet du travail en lui-même, & je l'avoue, le plaisir d'être exact; mais sans se proposer d'acquérir une précision telle que des expériences fondamentales m'ont paru la demander de ma part, ils peuvent y parvenir jusqu'à un point satisfaisant, partir au moins de quelques faits certains, & tenir la balance assez juste dans le commerce des matières d'or tenant argent, pour qu'un Négociant, bien instruit de la quantité de l'un & de l'autre de ces métaux, contenue dans un lingot dont il demanderoit l'essai, reconnût l'exactitude du titre qu'on lui annonçeroit: voici, d'après mes observations, la route à peu-près sûre que je peux leur indiquer.

Les Essayeurs attentifs sont partagés ordinairement, comme je l'ai dit plus haut, entre le desir de ne laisser aucune partie d'alliage dans les boutons d'essais destinés à déterminer la quantité d'argent qui s'y trouve mêlée avec l'or, outre celle qu'ils y ont ajoutée pour parvenir au départ, & la crainte de laisser échapper dans la coupelle une portion trop forte des deux métaux précieux dont jamais ils ne tiennent compte. Dans cette position embarrassante, ils proportionnent, autant que leurs lumières peuvent les guider, les doses de plomb à la quantité d'alliage qu'ils soupçonnent dans la matière de l'essai, & ménagent la chaleur de leur fourneau,

en se réglant par un coup-d'œil auquel l'expérience les a formés.

Je les fais sortir de cette espèce de perplexité, en les engageant à ne pas économiser le plomb dans ces circonstances, à le mettre même à différentes reprises dans la coupelle, pour que son action soit plus sûre, & à ne pas balancer d'y en ajouter de nouveau à la fin de l'opération, si quelques taches apparentes sur le bouton d'essai leur donne lieu de croire qu'il n'est pas parfaitement épuré.

Loin encore de maintenir les Essayeurs dans une attention suivie, pour que la chaleur de leur fourneau soit soutenue dans un certain point de modération, je les prévien que le degré de chaleur le plus vif ne produira qu'un meilleur effet pour l'affinage du bouton d'essai; mais qu'il n'y a aucun inconvénient à craindre d'une chaleur moins forte, capable cependant d'entretenir la matière dans cette circulation modérée que connoissent les Essayeurs. Je peux leur dire, en un mot, qu'ils ne courent aucun risque à mettre le bouton d'essai à l'épreuve la plus violente dans la coupelle, & qu'ils n'en seront que plus sûrs de l'avoir dépouillé de l'alliage qu'il contenoit.

On sent que d'une opération ainsi forcée, il doit résulter un déchet assez considérable sur le bouton; mais il n'est qu'apparent: bientôt la litharge ressuscitée, dans laquelle ce bouton a passé, rend un globule d'argent aurifère qui représente ce déchet, & prépare à un résultat net de l'opération; mais comme elle n'est terminée qu'après le départ de ce même bouton d'essai, auquel appartient le globule que la litharge a rendu, il devient nécessaire de ne former de l'un & l'autre qu'un unique bouton, en les faisant fondre seuls dans une coupelle neuve, & à un degré de chaleur assez vif pour qu'on remarque dans la matière un mouvement léger de circulation: c'est à la faveur de cette dernière opération que le bouton d'essai se dépouille du peu de litharge dont j'ai averti qu'il restoit encore chargé, & qu'il se trouve réduit tant aux parties d'or & d'argent que la matière de l'essai.

contenoit, qu'à celle qu'on y avoit ajoutée pour opérer le départ.

Après une telle opération, un Essayeur peut constater avec quelque confiance le poids du bouton qui en est résulté, en déduire sans hésitation la partie d'argent qu'il y avoit ajoutée, procéder au départ ordinaire, déduire une seconde fois sur ce qui reste du poids total, le poids particulier du cornet d'or, & ces deux objets une fois prélevés, regarder enfin tout ce qui reste de ce calcul comme représentant la portion d'argent réelle que la matière de l'essai contenoit.

J'aurois désiré de trouver une route plus courte & moins pénible aux Essayeurs que celle que je leur indique ici : je l'ai cherchée sans succès ; mais tel est le sort des connoissances humaines, & sur-tout des recherches qui ont certains Arts pour objet. Il en a peu coûté peut-être pour en tirer d'abord une assez grande utilité : mais veut-on porter ces mêmes Arts au point de perfection dont ils sont susceptibles, les difficultés naissent à mesure qu'on approche du but ; la précision échappe, & on est trop heureux de l'obtenir enfin, à la lumière des expériences, au prix du temps, & à force de travail.

## EXPLICATION DES FIGURES.

### PLANCHE I.

*Vue de la partie du Laboratoire où les Fourneaux sont établis.*

*A*, le Fourneau d'essai vu de face.

*B*, le fourneau à fondre en grand.

*C*, la porte de la pièce située derrière les fourneaux, & où les ventouses des deux fourneaux sont pratiquées.

### PLANCHE II.

La coupe géométrale du laboratoire prise de profil, ainsi que de la pièce située derrière les fourneaux, suivant la ligne *DE*, indiquée à la *planche première*.

*F*, la partie du laboratoire où les fourneaux sont placés.

- G**, la pièce de derrière où les ventouses sont construites.  
**H**, le fourneau d'essai coupé de profil.  
**I**, courant d'air pris dans l'épaisseur du mur, & qui passe au travers de la grille du fourneau d'essai.  
**K**, fenêtre au moyen de laquelle on peut augmenter ce courant d'air.  
**L**, ouverture pratiquée au bas du mur pour augmenter le courant d'air qui entre dans la ventouse du grand fourneau *MM*.  
**O**, tuyau du fourneau d'essai qui entre dans celui de la cheminée : il y a une trape de fer dans le tuyau de cette cheminée, & à la hauteur du sommet de la hotte, qu'on peut ouvrir & fermer à volonté ; elle ne donne passage, quand elle est fermée, qu'au tuyau du fourneau d'essai, & ôte toute autre communication de l'air du laboratoire avec celui du tuyau de la cheminée.  
**T**, chape du fourneau d'essai.  
**SS**, gros mur qui sépare les deux pièces.  
**V**, la hotte de la cheminée.

## P L A N C H E I I I.

*Figure 1*, le fourneau d'essai vu de face comme dans la première planche.

**HHH**, massif de brique sur lequel ce fourneau est établi : il y a dans ce massif une cavité de cinq pouces, ou environ, en tout sens au-dessous de la grille qu'on ne peut voir ici que ponctuée.

**AA**, petites portes au-dessus l'une de l'autre, qui se ferment à coulisses.

**B**, chape qu'on ajoute, quand on veut, au chapiteau du fourneau.

**C**, ouverture de la chape.

*Figure 4*, plaque de fer indépendante de la chape, & qui sert à en fermer l'ouverture, après qu'on a garni le fourneau de charbon ; lorsque cette plaque de fer est en place, elle s'y trouve maintenue par un petit rebord *z* ; voyez ce rebord ou petite gouttière *z* (*fig. 3*), elle y est représentée de profil.

*Figure 5*, autre plaque de fer qu'on peut faire glisser au-dessous de la grille dans la coulisse *a*, (*fig. 1*), & qui est destinée à empêcher, quand on le veut, que le courant d'air ne s'introduise dans le fourneau.

*Figure 6*, le plan du fourneau pris en la ligne ponctuée *D* ; *E*, de la *figure 1* & de la *figure 2*.

*1, 2, 3*, petites portes des trois côtés du fourneau ; la grille est dans le milieu du fond de ce fourneau.

*G*, courant d'air pris dans le mur *TT*.

*HH*, massif de briques.

*Figure 2*, la coupe du fourneau vu de face, laquelle est prise en la ligne ponctuée *IK*, du plan, *fig. 6*.

*MM*, massif de briques.

*L*, cavité au-dessous de la grille qui répond au courant d'air.

*N*, intérieur du fourneau.

*P*, moufle.

*qq*, côtés intérieurs du fourneau revêtus de terre à creusets.

*Figure 3*, coupe de l'élévation du fourneau vu de profil, comme on le voit dans la *planche II* ; cette coupe est prise en la ligne ponctuée *RH*, indiquée au plan, *figure 6*.

*MM*, massif de briques.

*A*, cavité.

*S*, courant d'air établi dans le mur.

*TT*, mur.

*VVV*, intérieur du fourneau.

*q, q*, parois intérieures du fourneau, revêtues de terre à creusets.

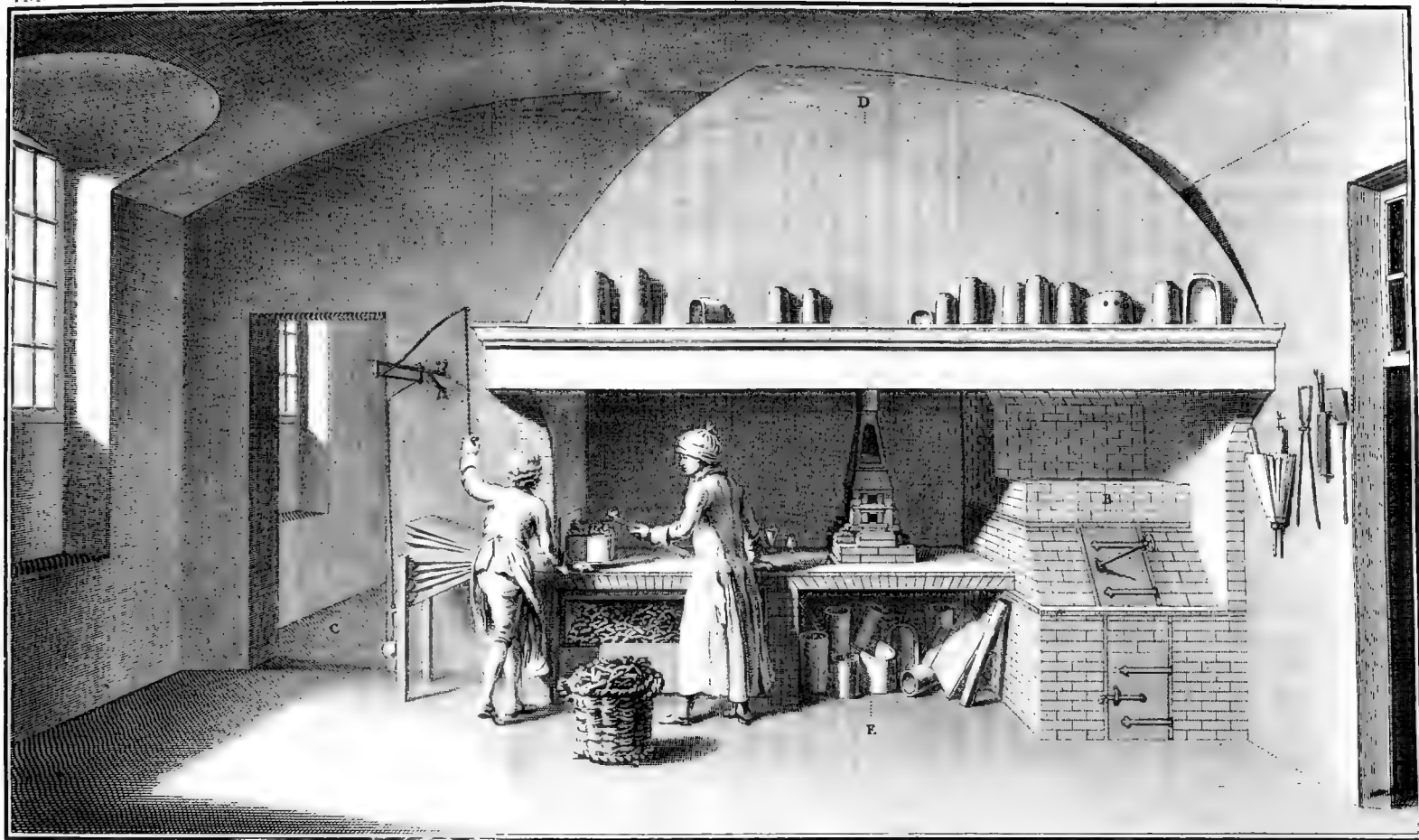
*d & x*, petites portes du fourneau.

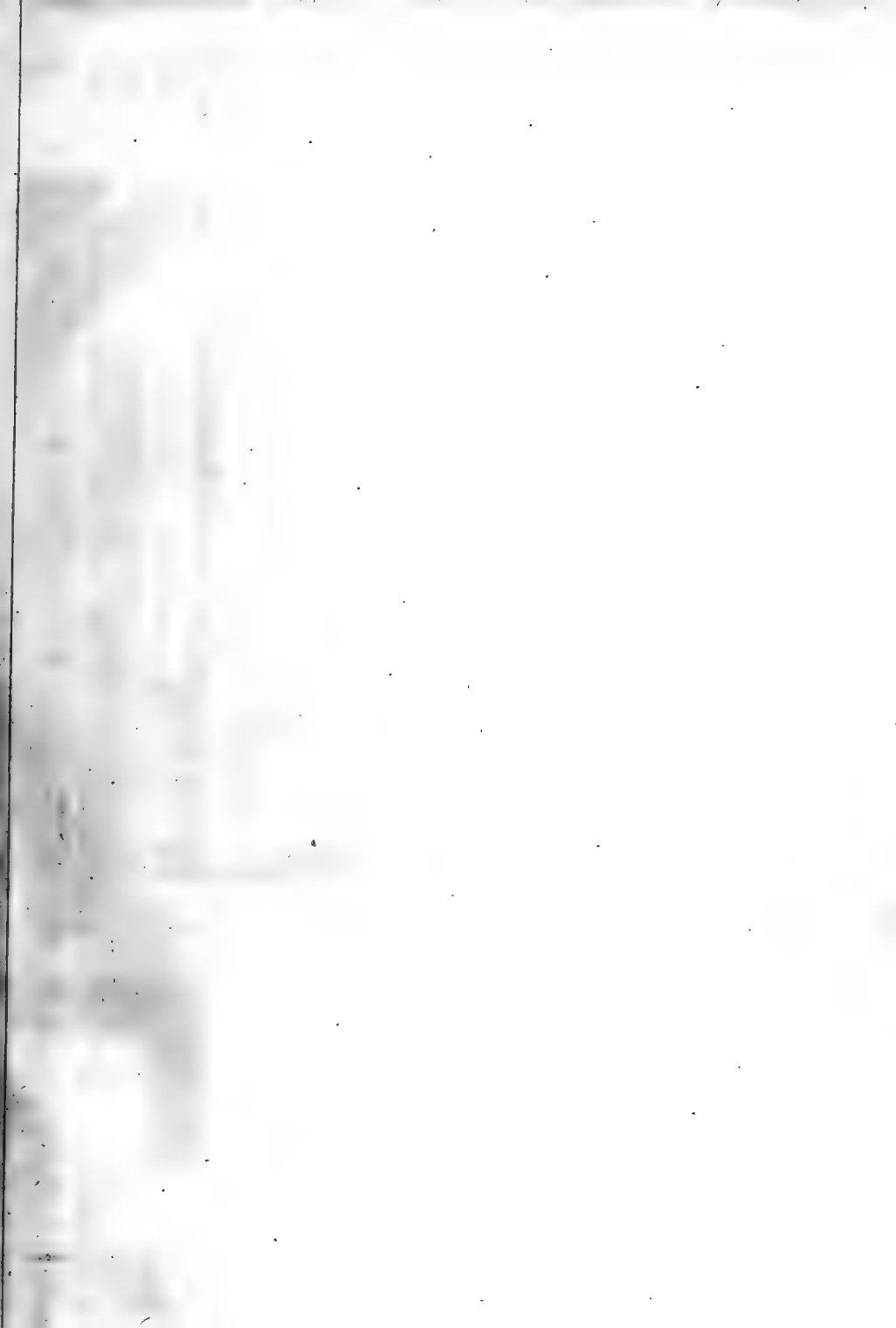
*P*, moufle coupée de profil.

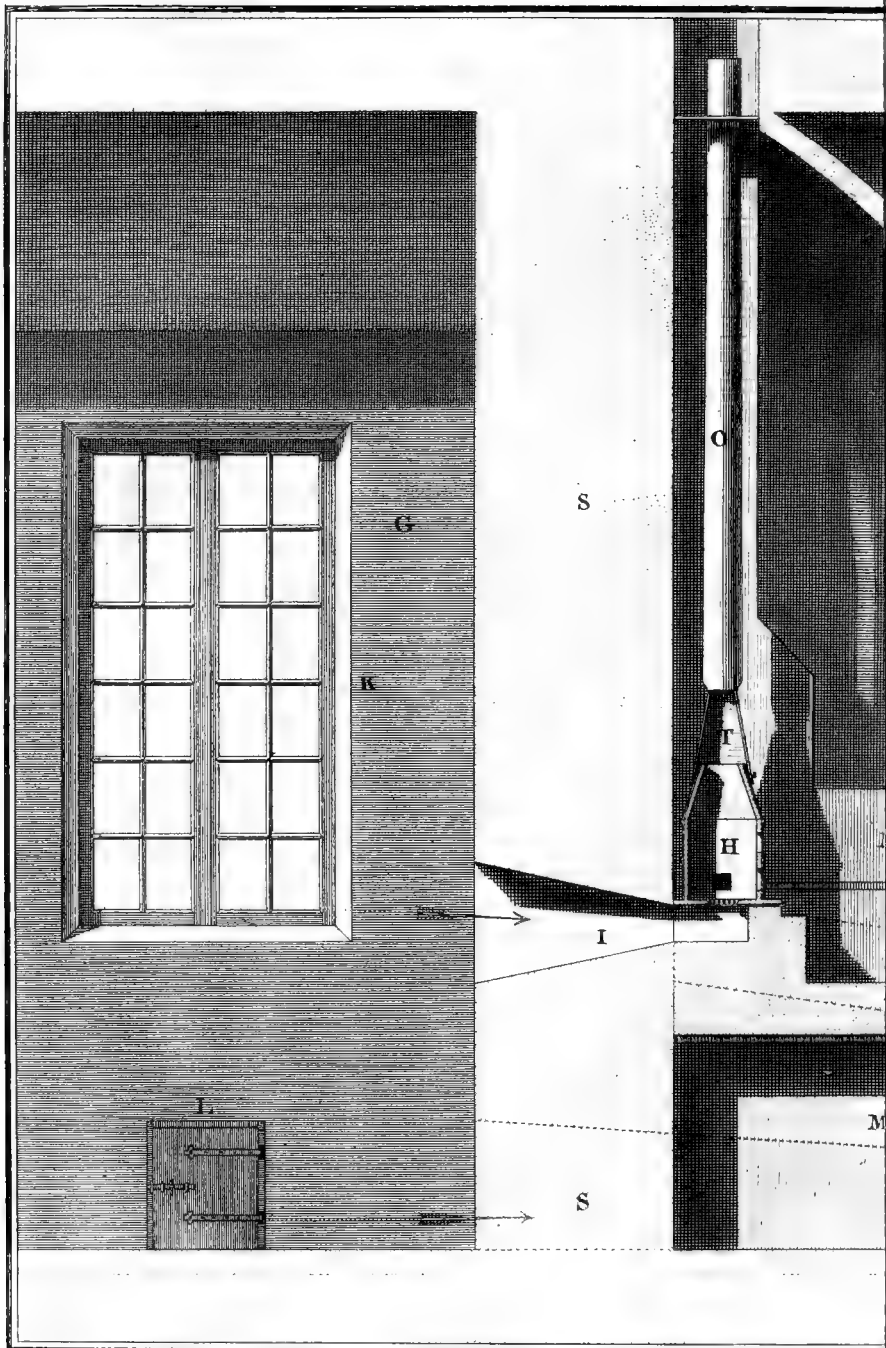


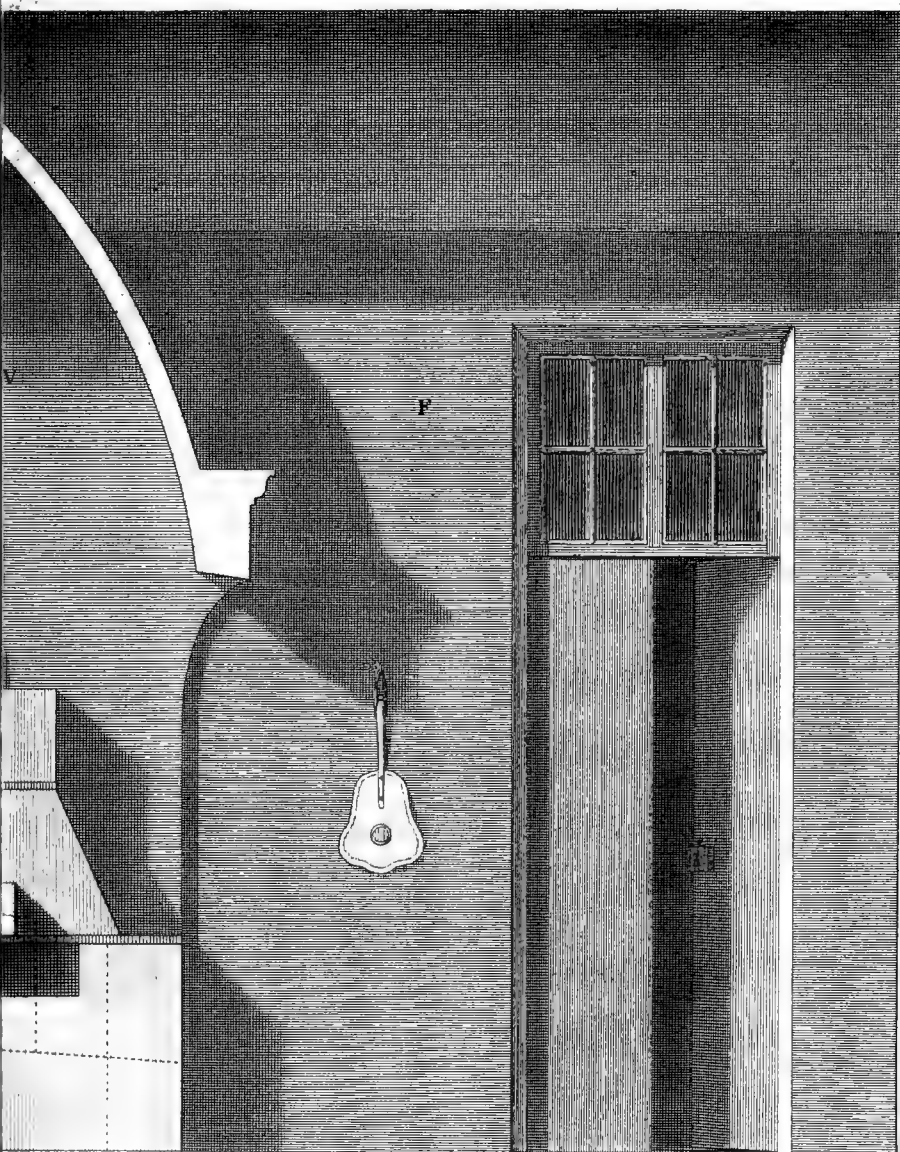






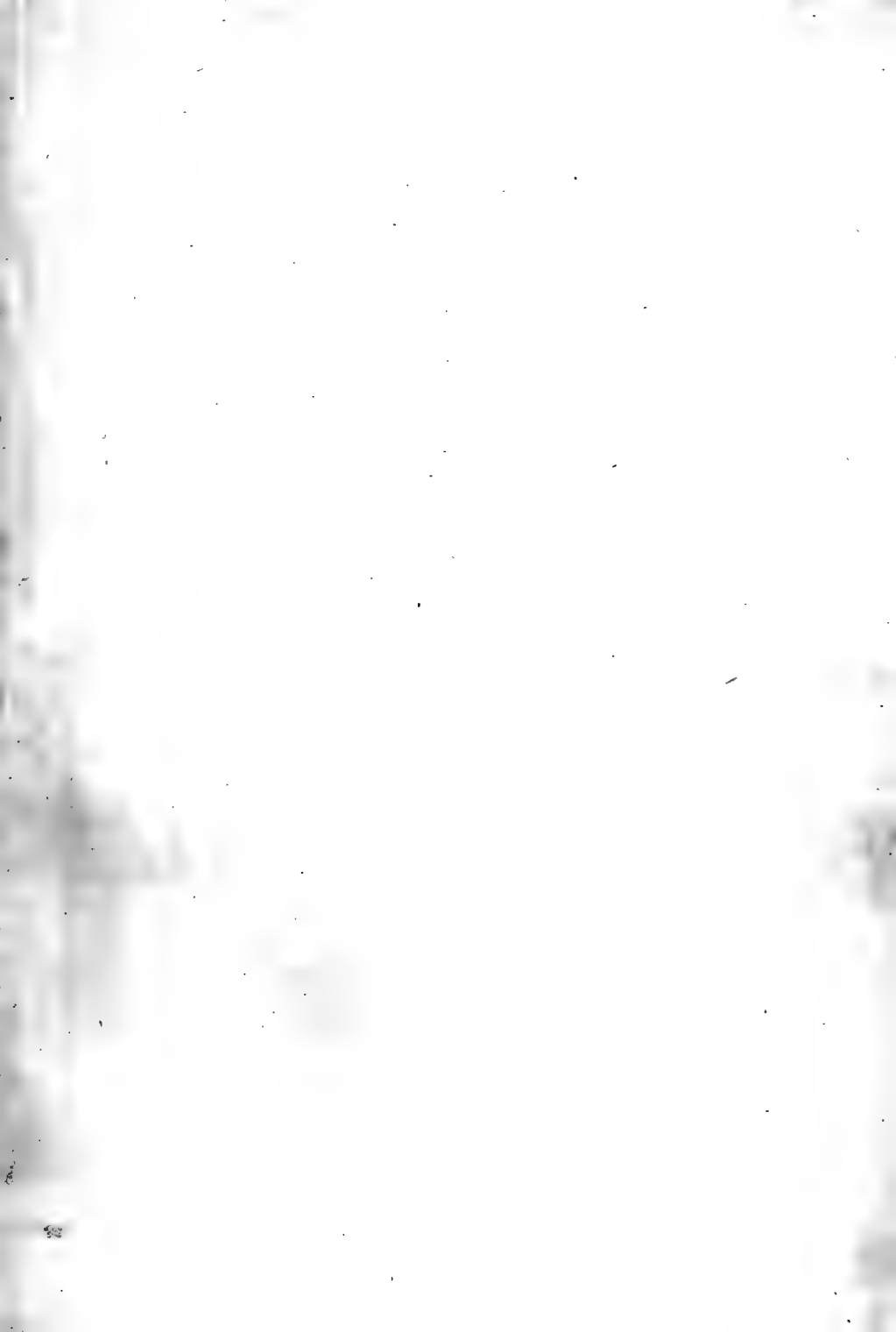


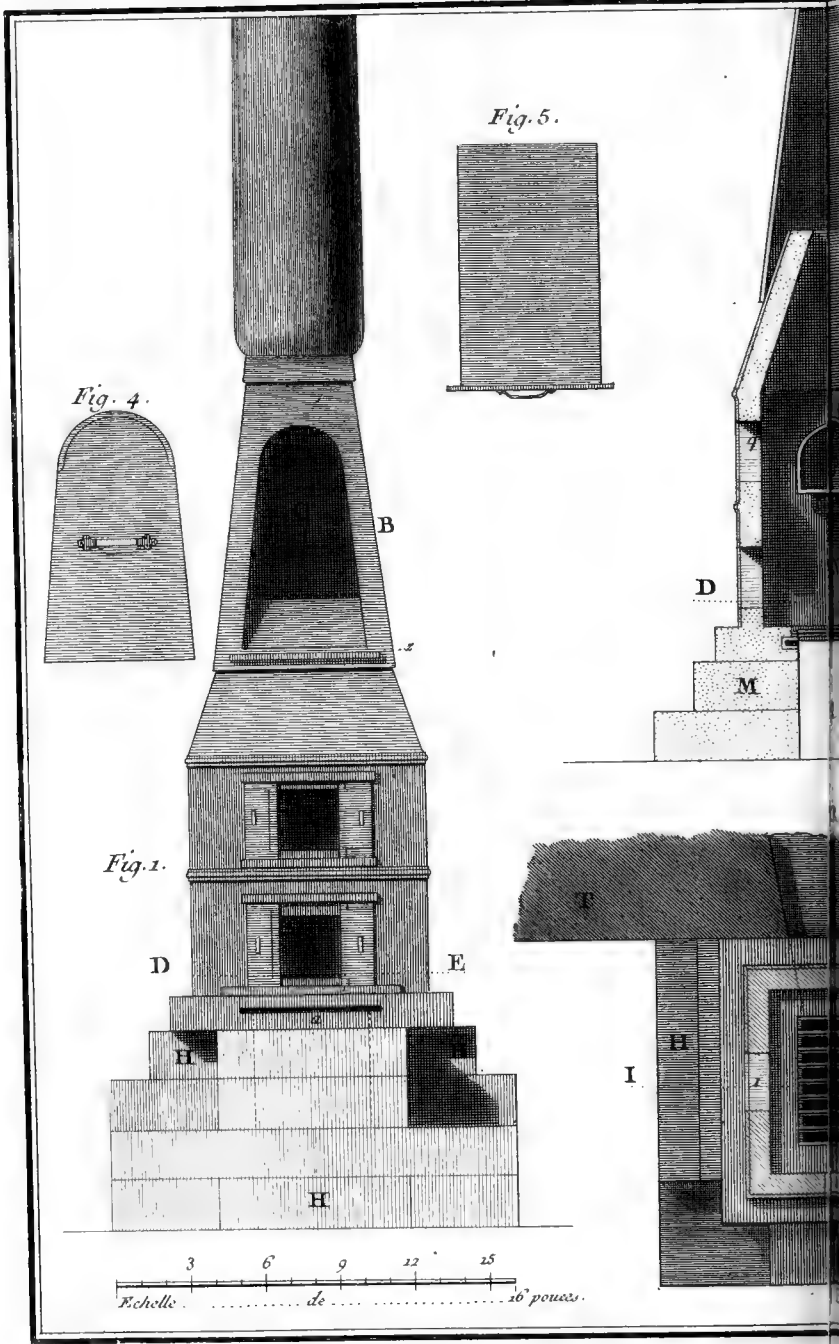




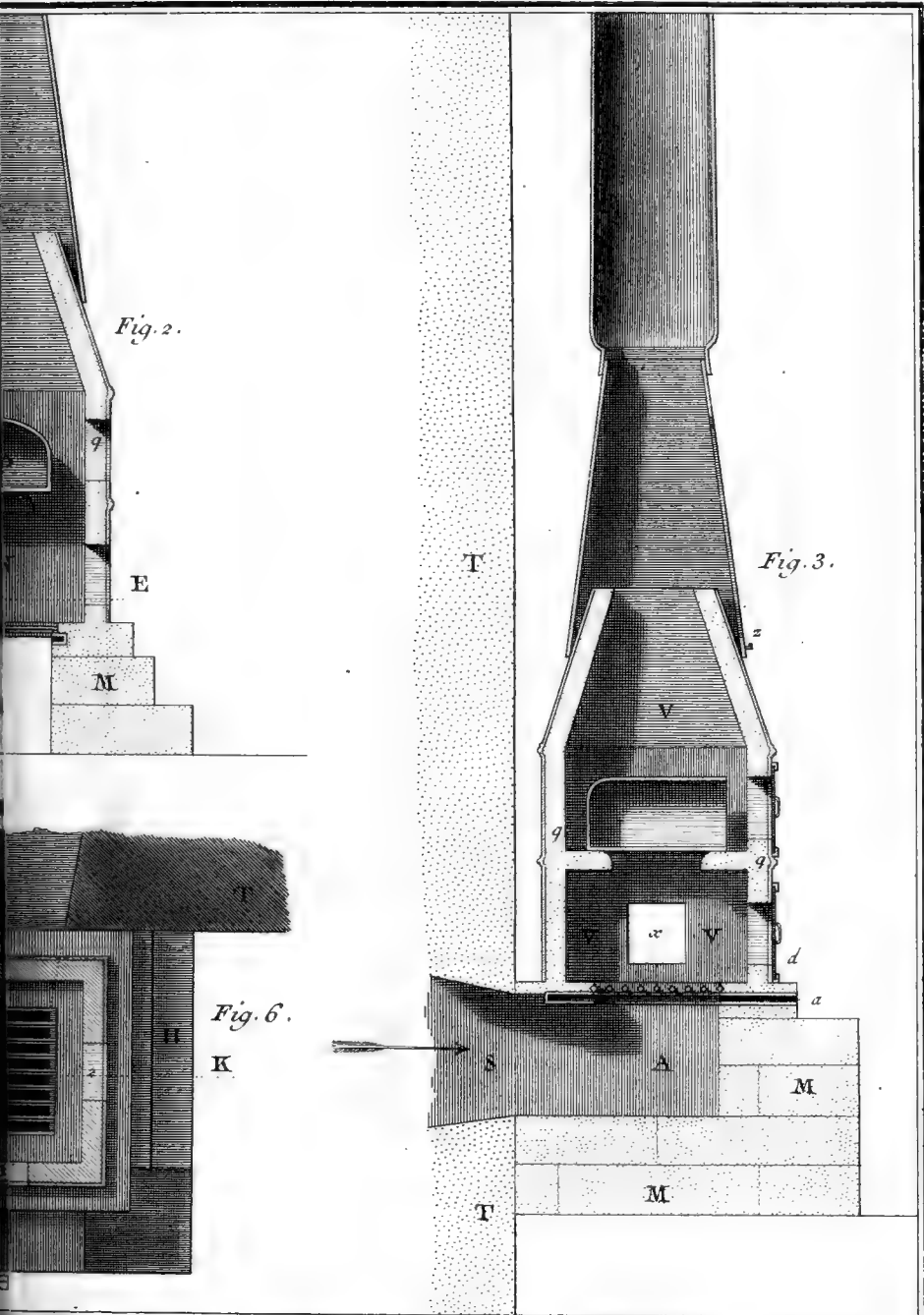
6 9 12  
1 2 3 4 5 6 pieds

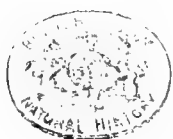












*OBSERVATION*  
*DE L'ÉCLIPSE TOTALE DE LUNE,*  
*DU 30 JUILLET 1776.*

Par M. BAILLY.

J'AI fait cette observation à l'Observatoire Royal, dans l'appartement de M. Jeaurat; j'étois aidé de M. l'abbé Briquet, qui comptoit à la Pendule, & qui a fait lui-même quelques observations : il a cru apercevoir la pénombre à 10<sup>h</sup> 4'. Je me suis servi d'une lunette achromatique, dont le verre objectif a été travaillé par M. l'abbé Rochon; il grossissoit environ cent fois.

Commencement de l'Éclipse.....	10 <sup>h</sup> 19' 56".
Immersion totale.....	11. 17
Émerison soupçonnée.....	12. 51. 0.
Émerison certaine; bord terminé.....	12. 53. 0.
L'Éclipse est prête à finir.....	13. 50. 30.
Fin certaine.....	13. 52. 4.

*OBSERVATIONS des Taches.*

Galilée.....	10. 14. 0.
Héraclides.....	10. 28. 11.
Képler.....	10. 30. 5.
Copernic entre.....	10. 37. 0.
Tout Copernic.....	10. 39. 6.
Platon entre.....	10. 46. 16.
Tout Platon.....	10. 47. 11.
Tycho entre.....	10. 47. 56.
Tout Tycho.....	10. 49. 1.
<i>Mare serenitatis</i> *.....	10. 51. 21.

---

\* M, l'abbé Briquet a observé les deux phases qui sont désignées par un astérisque.

<i>Dionysus</i> .....	10 <sup>h</sup>	57'	8".
Tout <i>Mare serenitatis</i> *.....	11.	0.	16.
<i>Hermès</i> .....	11.	2.	26.
Tout <i>Hermès</i> .....	11.	3.	26.
<i>Proclus</i> .....	11.	8.	11.

L'observation de ces taches, excepté les deux dernières, est assujettie à une incertitude de 30 secondes, à cause d'une Pendule à demi-secondes à laquelle on comptoit; on y a eu égard par la suite.

<i>Grimaldi</i> fort.....	12 <sup>h</sup>	55'	56".
Il est forti.....	12.	56.	40.
Tout Képler.....	13.	4.	40.
Héraclides fort.....	13.	7.	6.
Tout Héraclides.....	13.	7.	52.
Tout <i>Mare serenitatis</i> .....	13.	43.	32.
Tout <i>Mare crisum</i> .....	13.	49.	43.

Dans l'émerfion, l'ombre étoit forte; on n'apercevoit pas toujours les taches avant leur sortie: c'est ce qui fait que je n'ai pu en observer davantage. Je remarquerai que la tache d'Héraclides a été vue dans l'ombre comme un point lumineux, plus de 15 ou 20 minutes après son entrée & avant sa sortie.



OBSERVATION  
DE L'ÉCLIPSE TOTALE DE LUNE,  
DU 30 JUILLET 1776.

Par M. CASSINI DE THURY.

J'AI fait cette Observation, de concert avec M.<sup>rs</sup> Jeaurat & Rochon, qui rendront compte de leurs Observations particulières : je me suis servi d'une lunette de 10 pieds de longueur ; quoique je connoisse parfaitement la déviation du mural , j'avois tenté de prendre des hauteurs correspondantes du Soleil, mais le ciel fut couvert le matin, & ne se découvrit que lorsque le Soleil étoit déjà trop élevé ou trop proche du Méridien.

31. Juillet  
1776.

À 10<sup>h</sup> 19' 0", commencement certain.

10. 21. 45, *Grimaldi* dans l'ombre.

10. 29. 15, *Képler* ne paroît plus.

10. 38. 0, l'ombre à *Copernic*.

10. 40. 0, *Copernic* ne paroît plus.

10. 47. 0, *Platon* dans l'ombre.

10. 48. 0, l'ombre à *Tycho*.

10. 49. 40, *Tycho* dans l'ombre.

10. 52. 40, *Manilius* dans l'ombre.

10. 56. 45, *Menelaüs* dans l'ombre.

10. 59. 45, *Plinius*.

11. 9. 45, au bord de *Mare crisum*.

11. 12. 45, *Mare crisum* dans l'ombre.

11. 17. 45, Immersion totale de la Lune.

11. 29. 52, Immersion d'une Étoile avec la lunette de Dollond.

Mém. 1776.

lil

Un nuage, qui occupoit toute la partie du ciel & couvroit la Lune, a empêché d'observer son passage au Méridien; le ciel s'est éclairci; le nuage a disparu.

À 12<sup>h</sup> 53' 0", Émerſion certaine.

12. 45. 6, *Grimaldi* forti.

13. 7. 40, *Képler* forti.

13. 11. 50, *Tycho* forti.

13. 16. 50, *Copernic* forti.

13. 23. 50, *Platon*.

13. 30. 20, *Manilius*.

13. 33. 20, *Menelaüs*.

13. 38. 45, *Plinius*.

13. 52. 45, l'Éclipse est certainement finie.

Le milieu de l'Éclipse a été le 31 à 0<sup>h</sup> 5' 25".

L'ombre de la Lune étoit bien terminée, mais si claire qu'on voyoit diſtinctement les taches au travers: le diſque de la Lune paroifſoit au travers de l'ombre d'une couleur rougeâtre, & le bord oriental de la Lune de couleur argentine, de ſorte que l'on croyoit à la vue apercevoir un filet de lumière.

Dans l'obſervation de l'Éclipse totale de Lune de 1740; qui eſt la ſeule que j'aie obſervée à Cette, & dont M. de la Caille a rendu compte la même année \* (l'ayant fait de ſon côté à l'hermitage Saint-Victor), l'ombre de la Terre étoit également bien terminée, mais l'ombre paroifſoit plus noire: nous avions remarqué qu'elle paroifſoit courbée vers le milieu; mais je n'ai point remarqué de courbure dans cette dernière obſervation.

\* *Mém. Acad.*  
page 433.

## OBSERVATION

## DU PASSAGE DE LA LUNE AU MÉRIDIEN,

*Les jours qui ont précédé l'Éclipse.*

Le 27 Juillet, le 1.<sup>er</sup> bord de la Lune a précédé  $\mu$  du  $\star$  de 27' 37".

Avec une différence de hauteur..... 43. 30.  
dont le bord supérieur de  $\epsilon$  étoit plus élevé.

Le 28 Juillet, l'Étoile a précédé le bord de la Lune. . . 33. 24.

Avec une différence de hauteur..... 15. 20.  
dont le bord supérieur de la  $\epsilon$  étoit plus bas.



*O B S E R V A T I O N*  
*DE L'ÉCLIPSE DE LUNE,*  
*Arrivée la nuit du 30 au 31 Juillet 1776.*  
*FAITE À L'HÔTEL DE CHAULNES.*

Par M. DE FOUCHY.

3 Août  
1776.

LE temps a été très-serein pendant la durée de cette Éclipse, excepté pendant une partie de l'observation totale, qu'un nuage a caché la Lune éclipsee aux Observateurs qui étoient au midi de Paris, tandis que ceux qui étoient au nord de la ville ne l'ont pas perdue de vue : ma pendule avoit été réglée par des hauteurs correspondantes, prises le 29, & par les passages du Soleil à une bonne Méridienne; l'observation a été faite avec une lunette de 7 pieds  $\frac{1}{2}$ . Voici les phases réduites au temps vrai.

À 10<sup>h</sup> 18' 5", je juge l'Éclipse commencée.

10. 20. 51, commencement de *Grimaldi*.

10. 21. 50, tout *Grimaldi*.

10. 27. 23, commencement d'*Aristarque*.

10. 28. 31, tout *Aristarque*.

10. 30. 28, commencement de *Mare humorum*.

10. 35. 45, tout *Mare humorum*.

10. 37. 45, commencement de *Copernic*.

10. 38. 55, tout *Copernic*.

10. 46. 6, commencement de *Platon*.

10. 47. 8, tout *Platon*.

10. 49. 6, tout *Tycho*.

10. 51. 37, commencement de *Manilius*.

10. 52. 46, tout *Manilius*.

10. 54. 10, *Menelaüs* commence.

10. 56. 20, tout *Menelaüs*.



- 11<sup>h</sup> 2' 6", commencement de *Mare neclaris*.  
 11. 6. 29, tout *Mare neclaris*.  
 11. 9. 27, commencement de *Mare crisum*.  
 11. 12. 57, tout *Mare crisum*.  
 11. 17. 34, Immersion totale.  
 12. 52. 51, Émerfion.  
 12. 55. 45, *Grimaldi* commence à fe découvrir.  
 12. 56. 50, tout *Grimaldi*.  
 1. 6. 20, *Aristarque* commence.  
 1. 7. 32, tout *Aristarque*.  
 1. 15. 48, *Copernic*.  
 1. 22. 6, *Platon* commence.  
 1. 24. 2, tout *Platon*.  
 1. 30. 40, *Manilius* commence.  
 1. 31. 54, tout *Manilius*.  
 1. 34. 0, *Menelaüs* commence.  
 1. 35. 6, tout *Menelaüs*.  
 1. 46. 57, *Mare crisum* commence.  
 1. 49. 25, tout *Mare crisum*.  
 1. 51. 56, fin de l'Éclipse.

L'ombre a été bien terminée pendant la durée de l'Éclipse; mais elle étoit si claire, qu'après l'immersion totale, on distinguoit facilement toutes les taches un peu considérables de la Lune, qui ressembloit pour lors à une vraie estampe de Sélénographie: cette circonstance même a rendu l'instant de l'émerfion très-difficile à déterminer; mais peu après l'ombre est devenue plus épaisse, & elle l'a été au point qu'on n'apercevoit plus aucune tache dans la partie qu'elle couvroit.



*O B S E R V A T I O N*  
*DE L'ÉCLIPSE TOTALE DE LUNE,*  
*DU 30 JUILLET 1776,*  
*Faite à l'Observatoire Royal.*

Par M. J E A U R A T.

31 Juillet  
1776.

CETTE Observation a été faite par un beau temps, & avec M.<sup>rs</sup> Cassini de Thury, Bailly & l'abbé de Rochon; M. l'abbé de Rochon & moi étions avec M. Cassini au rez-de-chaussée; la même pendule nous a servi à tous trois: M. Bailly étoit au premier, & avoit avec lui M. l'abbé Briquet, Prêtre habitué de Saint-Jacques, connu de nous par ses travaux astronomiques.

Comme nous espérions pouvoir observer la Lune au Méridien, quoiqu'entièrement plongée dans l'ombre, j'avois d'avance calculé, avec les Tables de M. Clairaut & avec celles de M. Mayer, le passage de la Lune au Méridien, ainsi que les phases de cette Éclipse: & il y a lieu de présumer, que ce calcul auroit été très-peu différent de l'observation, si un nuage ne nous avoit, dans cet instant, caché la Lune; car, selon mes calculs, l'annonce de la Connoissance des Temps (qui est de M. du Vaucel, Correspondant de cette Académie) devoit être trop tôt d'environ 3 minutes, & effectivement l'observation a tardé sur cette annonce de 2' 50". Je crois donc pouvoir conclure de cela, que les Tables de M.<sup>rs</sup> Clairaut & Mayer, donnoient pour cette Éclipse une précision aussi grande qu'on peut desirer; & ce qu'il y a de certain, c'est que les Tables de ces deux célèbres Géomètres, concouroient à donner à 2 secondes près, la même longitude de la Lune pour 12<sup>h</sup> 13' 50"; savoir, 10<sup>f</sup> 8<sup>d</sup> 13' 50" ou 52", à l'instant de l'opposition. Voici les différentes phases que j'ai observées

avec une lunette achromatique de 3 pieds de foyer, & comme l'effet de son grossissement me paroïssoit double de celui qu'il me falloit dans ce cas-ci; j'y ai adapté un oculaire qui n'amplifioit que de soixante fois le diamètre des objets.

Des observations qui suivent, il résulte que la durée entière de l'Éclipse a été de  $3^h 33' 5''$ ; que la durée dans l'ombre étoit de  $1^h 33' 0''$ ; que le milieu de l'Éclipse, par rapport à la durée entière, est arrivé à  $12^h 5' 52''$ ; que ce milieu, par rapport à la durée totale dans l'ombre, est arrivé à  $12^h 4' 10''$ ; & que ce même milieu, par rapport à Copernic, est arrivé à  $12^h 57' 52''$ : j'ajoute aussi que les temps, ainsi que ceux qui suivent, sont des temps vrais du Méridien de l'Observatoire royal de Paris.

*Temps vrai*

À  $10^h 13' 28''$ , on voit sur la Lune une foible pénombre.

10. 19. 20, commencement certain de l'Éclipse.

10. 20. 55 }  
10. 21. 35 } *Grimaldi.*

10. 29. 25, commencement de Képler.

10. 30. 30, milieu de Képler.

10. 31. 32, fin de Képler.

10. 37. 10 }  
10. 38. 58 } *Copernic.*

10. 47. 25 }  
10. 48. 30 } *Tycho.*

10. 52. 15 }  
10. 53. 20 } *Manilius.*  
10. 54. 25 }

10. 55. 25 }  
10. 57. 25 } *Plinius.*

10. 58. 45 }  
10. 59. 25 } *Proclus.*

*Temps vrai.*

- à 11<sup>h</sup> 16' 26", fausse apparence de l'Immersion.  
 11. 17. 40, Immersion certaine & totale de la Lune.  
 12. 50. 20, fausse apparence d'Émerſion ou forte pénombre.  
 12. 50. 40, Émerſion certaine.  
 12. 55. 20 } *Grimaldus.*  
 12. 55. 40 }  
 13. 7. 0 }  
 13. 7. 10 } *Képler.*  
 13. 7. 20 }  
 13. 9. 35 } *Tycho.*  
 13. 10. 45 }  
 13. 16. 25 } *Copernic.*  
 13. 16. 45 }  
 13. 21. 0 } *Platon.*  
 13. 21. 40 }  
 13. 38. 20 } *Plinius.*  
 13. 38. 30 }  
 13. 52. 25, fin de l'Éclipse.

L'ombre étoit bien terminée ſur la Lune, & ſa courbure étoit ſenſible : pendant l'immersion, le bord occidental du diſque de la Lune étoit rouge, & le bord oriental argentin; d'ailleurs, excepté le temps où un nuage a empêché d'observer la Lune au Méridien, on voyoit diſtinctement la totalité de ſon diſque, & même pluſieurs de ſes taches.



OBSERVATION

# OBSERVATION DE L'ÉCLIPSE TOTALE DE LUNE,

LA NUIT DU 30 AU 31 JUILLET 1776.

*Faite à Paris à l'Observatoire de la Marine.*

Par M. MESSIER.

**L**E ciel parfaitement beau & serein avant & depuis le commencement de l'Éclipse jusqu'à l'immersion totale, & depuis l'émergence jusqu'à la fin; pendant une partie de la durée de la Lune dans l'ombre, un nuage assez étendu au-dessous de la Lune & s'élevant du Midi, l'a cachée à différentes reprises, & sur-tout au moment de son passage au Méridien que je n'ai pu voir. Ce même nuage a dû faire manquer également ce passage aux Astronomes de Paris, placés au midi & sous le même Méridien que mon Observatoire: je rapporterai dans mon Mémoire les momens que ce nuage a couvert & découvert la Lune.

Là  
le 7 Août  
1776.

Pour l'observation, j'ai employé deux lunettes achromatiques à triple objectif, de même longueur l'une & l'autre, de 3 pieds & demi de foyer; la mienne, faite à Londres par Dollond; la seconde, faite à Paris par M. de l'Étang; elle appartient à M. Baudouin, maître des Requêtes: l'une & l'autre grossissoient également, environ quarante fois le diamètre de l'objet, effet plus que suffisant pour cette sorte d'observation, qui procure beaucoup de lumière, ce qui est nécessaire pour voir distinctement la Lune & les taches à travers l'ombre. Un grossissement plus fort n'auroit pas rendu les mêmes effets: 1.<sup>o</sup> le diamètre de la Lune n'auroit pas paru en son entier, ou trop grand dans le champ de la lunette; 2.<sup>o</sup> la Lune n'auroit pas été si claire, & les taches se seroient confondues avec l'ombre, comme M. Bailly l'a annoncé dans la dernière Assemblée de l'Académie, en rendant compte de son observation. « Je me suis servi (rapporte M. Bailly) d'une lunette

*Mém. 1776.*

K k k

» achromatique qui grossissoit environ cent fois; l'ombre dans  
 » l'émersion, étoit si forte, qu'on n'apercevoit pas toujours les  
 » taches avant leur sortie, & c'est ce qui fait que je n'ai pu  
 en observer qu'un petit nombre. J'ai évité cet inconvénient  
 en ne faisant grossir mes deux lunettes que quarante fois, par  
 ce moyen j'ai toujours vu les taches à travers l'ombre, & j'en  
 ai observé un grand nombre. Mes deux lunettes étoient atta-  
 chées l'une au-dessus de l'autre, sur une machine parallactique  
 & parallèles entr'elles, de manière que la Lune paroissant dans  
 l'une, elle paroissoit en même temps dans l'autre. A l'une de  
 ces lunettes, qui étoit celle de Dollond, j'avois adapté un  
 micromètre à fils qui a servi à mesurer, 1.<sup>o</sup> le point du limbe  
 de la Lune où l'Éclipse a commencé, ainsi que le commen-  
 cement de l'émersion; 2.<sup>o</sup> la distance des cornes de l'ombre  
 à mesure que l'ombre couvroit la Lune dans l'immersion, &  
 qu'elle la découvroit dans l'émersion; 3.<sup>o</sup> & pour la mesure  
 du diamètre de la Lune. L'autre lunette fut employée à observer  
 le commencement & la fin de l'Éclipse, ainsi que l'entrée & la  
 sortie des taches.

## OBSERVATIONS de l'immersion de la Lune dans l'ombre.

TEMPS VRAI.	N. <sup>os</sup> des TACHES.	
9 <sup>h</sup> 50' 0"	....	Pénomb. que l'on commence à aperç. à la vue simple.
9. 54. 0	....	Pénombre que l'on commence à soupç. à la lunette.
10. 10. 0	....	Pénombre sensible.
10. 15. 41	....	Pénombre plus forte au-dessus de <i>Grimaldus</i> .
10. 17. 41	....	La pénombre très-augmentée.
10. 18. 16	Commenc. de l'Éclipse à 11' du bord supérieur de la Lune.	
10. 21. 11	1	<i>Grimaldus</i> touche l'ombre.
10. 21. 58	1	<i>Grimaldus</i> à moitié dans l'ombre.
10. 28. 47	3	<i>Aristarchus</i> à moitié dans l'ombre.
10. 29. 44	4	<i>Keplerus</i> touche l'ombre.
10. 30. 56	4	<i>Keplerus</i> à moitié dans l'ombre.
10. 31. 10	5	<i>Gassendus</i> touche l'ombre.
10. 31. 46	5	<i>Gassendus</i> à moitié dans l'ombre.

TEMPS VRAI.	N. <sup>os</sup> des TACHES.	
10 <sup>h</sup> 32' 10"	4	<i>Keplerus</i> entre dans l'ombre.
10. 32. 20	5	<i>Gassendus</i> entre dans l'ombre.
10. 36. 58	8	<i>Heracides</i> dans l'ombre.
10. 37. 38	11	<i>Copernicus</i> touche l'ombre.
10. 38. 28	11	<i>Copernicus</i> à moitié dans l'ombre.
10. 39. 21	11	<i>Copernicus</i> dans l'ombre.
10. 40. 44	12	<i>Helicon</i> dans l'ombre.
10. 40. 44	13	<i>Capuanus</i> dans l'ombre.
10. 45. 24	20	<i>Pitatus</i> à moitié dans l'ombre.
10. 46. 15	17	<i>Plato</i> touche l'ombre.
10. 46. 45	17	<i>Plato</i> à moitié dans l'ombre.
10. 47. 17	17	<i>Plato</i> dans l'ombre.
10. 48. 17	21	<i>Tycho</i> touche l'ombre.
10. 48. 54	21	<i>Tycho</i> à moitié dans l'ombre.
10. 49. 27	21	<i>Tycho</i> entièrement entré.
10. 49. 38	F.	<i>Mare serenitatis</i> touche l'ombre.
10. 49. 38	C.	<i>Mare imbrium</i> totalement dans l'ombre.
10. 50. 34	24	<i>Manilius</i> touche l'ombre.
10. 51. 31	24	<i>Manilius</i> dans l'ombre.
10. 54. 22	26	<i>Hermès</i> à moitié dans l'ombre.
10. 54. 56	E.	<i>Mare tranquillitatis</i> touche l'ombre.
10. 55. 28	F.	<i>Mare serenitatis</i> à moitié dans l'ombre.
11. 1. 14	F.	<i>Mare serenitatis</i> totalement entrée.
11. 3. 44	D.	<i>Mare neclaris</i> touche l'ombre.
11. 5. 18	31	<i>Fracastorius</i> à moitié dans l'ombre.
11. 6. 6	31	<i>Fracastorius</i> dans l'ombre.
11. 7. 43	D.	<i>Mare neclaris</i> totalement entrée.
11. 8. 28	E.	<i>Mare tranquillitatis</i> totalement dans l'ombre.
11. 9. 24	H.	<i>Mare crisum</i> touche l'ombre.
11. 9. 57	36	<i>Cléomedes</i> touche l'ombre.
11. 11. 29	H.	<i>Mare crisum</i> moitié dans l'ombre.
11. 13. 33	H.	<i>Mare crisum</i> totalement dans l'ombre.
11. 14. 23	G.	<i>Mare fecunditatis</i> totalement dans l'ombre.
11. 16. 52		Immersion totale de la Lune dans l'ombre, entre les mers <i>Mare crisum</i> & <i>Mare fecunditatis</i> .

*Distances des cornes de l'ombre pendant l'Immersion.*

TEMPS VRAI.	PARTIES du MICROMÈTRE.	MIN. ET SÈC. de DEGRÉ.
10 <sup>h</sup> 24' 21"	947	15' 53"
10. 33. 43	1539	25. 48
10. 41. 58	1826	30. 37

Peu de minutes après que l'Éclipse fut commencée, il parut sur la partie éclipsée de la Lune, une légère nuance de couleur rouge, qui augmenta avec le progrès de l'ombre : cette couleur rouge devint considérable pendant tout le temps de l'immersion totale de la Lune dans l'ombre, excepté quelques minutes avant l'émergence que la couleur s'affaiblit par degré ; le disque de la Lune parut en son entier pendant tout le temps de l'immersion totale, & les taches se distinguoient assez bien à travers l'ombre ; cette couleur rouge qui la couvroit & son disque apparent avoient déjà été remarqués ; la couleur rouge seulement, pendant l'immersion totale de la Lune dans l'ombre, dans les Éclipses de Lune des 13 Février & 8 Août 1729, 1.<sup>re</sup> Décembre 1732, 26 Mars & 20 Septembre 1736, 25 Février 1747, 19 Juin & 13 Décembre 1750.

Pendant l'immersion totale de la Lune dans l'ombre, le ciel étoit d'une beauté singulière, excepté le léger nuage qui étoit au midi à la hauteur de la Lune ; la nuit étoit obscure, les Étoiles brilloient comme dans une belle nuit d'hiver ; je profitai de ce moment pour parcourir le ciel.

Dans le temps de l'immersion totale, on voyoit aux environs de la Lune jusqu'aux plus petites Étoiles téléscopiques ; il en paroissoit cinq, presque sur la même ligne : deux de la septième à la huitième grandeur, deux autres de la neuvième & la cinquième téléscopique, deux de ces Étoiles furent éclipsées pendant l'Éclipse totale, & j'observai les occultations.



*OCCULTATIONS de deux Étoiles par la Lune dans le temps de son Immersion totale.*

## TEMPS VRAI.

11 <sup>h</sup> 29' 55"	Immersion d'une Étoile de la septième à la huitième grandeur, au bord de la Lune que l'on voyoit très-bien, quoique dans l'ombre; l'Étoile parut pendant deux secondes à travers la lumière du bord de la Lune avant d'être éclipée. Son immersion se fit 1' 20" au-dessus du bord inférieur de la Lune. Observation précise à la seconde.
11. 40. 48	Immersion d'une seconde Étoile de la neuvième grandeur, même circonstance & même précision.
11. 48. 27	Émerison de la première Étoile, doutcuse à plusieurs minutes, je n'étois pas à la lunette au moment de sa sortie; elle paroissoit cependant encore toucher au bord de la Lune, mais comme elle étoit sortie près du bord inférieur, qu'elle sembloit suivre; il ne fut pas possible d'estimer le moment de sa sortie.
12. 46. 54 $\frac{1}{2}$	Émerison de la seconde Étoile, à la demi-seconde, elle parut à 5' 44" du bord inférieur de la Lune; mesuré suivant son mouvement apparent.

Pour reconnoître ces Étoiles & en déterminer les positions, en les comparant à des Étoiles connues, je pris leurs configurations, & entr'elles des différences de passages en ascension droite, ainsi que des différences en déclinaison. Après la fin de l'Éclipse, je recherchai ces Étoiles, mais ce fut inutilement, la grande clarté de la Lune avoit effacé leur lumière. La nuit du 31 au 1.<sup>er</sup> Août, par un ciel serein, je recherchai ces Étoiles, les ayant reconnues, j'en déterminai les positions en les comparant par le moyen d'autres Étoiles, aux deux Étoiles  $\gamma$  &  $\delta$  de la queue du Capricorne : voici leurs positions pour le temps de l'Éclipse.

ASCENSION droite.	DÉCLINAIS. australe.	
310 <sup>d</sup> 12' 43"	19 <sup>d</sup> 56' 1"	Étoile de la septième à la huitième grandeur.
310. 21. 20	19. 49. 4	Étoile de la neuvième grandeur.
310. 28. 5	19. 40. 36	Étoile télescopique, onzième grandeur.
310. 31. 35	19. 37. 7	Étoile de la sept. à la huit. gr. éclip. la prem.
310. 46. 24	19. 24. 36	Étoile de la neuv. grand. éclipse la seconde.
321. 55. 9	17. 39. 41	$\gamma$ du $\pi$ 3. <sup>e</sup> gr. déd. de la <i>Conn. des Temps</i> .

Pendant la durée de l'Éclipse totale, près de la moitié du diamètre de la Lune dans la partie nord étoit plus sombre que dans la partie du midi ; cette obscurité produite par l'ombre varioit à mesure de son progrès ; cette obscurité fut très-sensible à la vue simple ; après l'immersion totale, cette obscurité parut à l'orient de la Lune, passa au nord & au couchant. Quelques minutes avant l'émerfion, à 12<sup>h</sup> 47' 47", la Lune s'éclaircit si considérablement que toutes les taches de la Lune paroissoient très-distinctement, & sur-tout celles de la partie orientale où l'émerfion devoit se faire. Grimaldus étoit d'une apparence singulière, de manière que j'étois dans l'incertitude de savoir si l'émerfion étoit commencée ou non, & ce ne fut qu'environ deux minutes après que je reconnus les limites de l'ombre, & j'observai le commencement de l'émerfion ; après que l'émerfion fut commencée, l'ombre devint plus forte & augmenta à mesure qu'elle s'avançoit sur la Lune, sans cependant perdre les taches que je distinguois assez bien à travers l'ombre. Quelques minutes après l'émerfion, la couleur rouge se dissipa, & l'ombre parut d'un gris foncé semblable à une légère teinte d'encre de la Chine.

*Effet du nuage pendant l'Éclipse totale.*

TEMPS VRAI.

11 <sup>h</sup> 45' 28"	Un nuage s'élève du midi & couvre la Lune, elle se découvre peu de temps après.
11. 51. 27	Le nuage augmente & recouvre encore la Lune.
11. 55. 27	La Lune sort du nuage ; elle y rentre peu de temps après & n'en sort qu'une demi-minute environ après son passage au Méridien. Avant le commencement de l'émerfion, le nuage s'étoit dissipé & le ciel étoit parfaitement beau.

## OBSERVATIONS de l'Émerſion de la Lune dans l'ombre.

TEMPS VRAI.	N. <sup>os</sup> des TACHES	
12 <sup>h</sup> 52' 20"	...	Commencement de l'émerſion, à 13' 44" du bord ſupérieur de la Lune.
12. 55. 8	I	<i>Grimaldus</i> ſort de l'ombre.
12. 55. 58	I	<i>Grimaldus</i> à moitié ſorti.
12. 56. 47	I	<i>Grimaldus</i> quitte l'ombre.
13. 1. 0	A.	<i>Mare humorum</i> ſort de l'ombre.
13. 3. 29	A.	<i>Mare humorum</i> à moitié hors de l'ombre.
13. 3. 45	5	<i>Gaſſendus</i> à moitié ſorti.
13. 5. 58	A.	<i>Mare humorum</i> quitte l'ombre.
13. 7. 22	3	<i>Ariſtarchus</i> à moitié ſorti.
13. 8. 18	4	<i>Keplerus</i> à moitié ſorti.
13. 9. 32	21	<i>Tycho</i> au bord de l'ombre.
13. 10. 34	21	<i>Tycho</i> à moitié ſorti.
13. 11. 38	21	<i>Tycho</i> ſort de l'ombre.
13. 15. 34	11	<i>Copernicus</i> au bord de l'ombre.
13. 15. 58	8	<i>Heraclides</i> quitte l'ombre.
13. 16. 14	11	<i>Copernicus</i> moitié hors de l'ombre.
13. 17. 4	11	<i>Copernicus</i> quitte l'ombre.
13. 19. 28	12	<i>Helicon</i> ſort de l'ombre.
13. 20. 28	15	<i>Eratosthenes</i> quitte l'ombre.
13. 25. 12	7	<i>Harpalus</i> à moitié hors de l'ombre.
13. 29. 2	C.	<i>Mare imbrium</i> quitte l'ombre.
13. 29. 52	F.	<i>Mare ſerenitatis</i> au bord de l'ombre.
13. 30. 42	24	<i>Manilius</i> à moitié hors de l'ombre.
13. 32. 41	E.	<i>Mare tranquillitatis</i> au bord de l'ombre.
13. 33. 41	D.	<i>Mare neſtaris</i> au bord de l'ombre.
13. 33. 41	25	<i>Menelaüs</i> à moitié hors de l'ombre.
13. 36. 10	D.	<i>Mare neſtaris</i> à moitié ſortie.
13. 38. 20	D.	<i>Mare neſtaris</i> quitte l'ombre.
13. 38. 20	E.	<i>Mare tranquillitatis</i> à moitié hors de l'ombre.
13. 39. 22	32	<i>Promontorium acutum</i> ſort de l'ombre.

TEMPS VRAI.	N. <sup>os</sup> des TACHES	
13. 40. 27	F.	<i>Mare serenitatis</i> quitte l'ombre.
13. 43. 49	G.	<i>Mare fecunditatis</i> à moitié hors de l'ombre.
13. 44. 8	E.	<i>Mare tranquillitatis</i> quitte l'ombre.
13. 46. 21	H.	<i>Mare crisum</i> touche l'ombre.
13. 47. 9	35	<i>Proclus</i> à moitié hors de l'ombre.
13. 48. 33	H.	<i>Mare crisum</i> à moitié hors de l'ombre.
13. 50. 42	H.	<i>Mare crisum</i> quitte l'ombre.
13. 52. 30		Fin de l'Eclipsé vis-à-vis <i>Mare crisum</i> .
14. 1. 6		Pénombre légère.
14. 6. 6		Pénombre encore sensible.
14. 9. 5		Il n'en reste qu'un soupçon à la lunette.
14. 16. 5		La Lune claire & sans pénombre à la lunette.
14. 20. 0		Il reste encore un léger soupçon de pénombre à la vue simple; mais à la lunette, il y avoit plus de 8 minutes que l'on n'en soupçonnoit plus.

L'ombre pendant la durée de l'Eclipsé, me parut bien terminée, la pénombre très-claire & d'une nuance presque égale, séparée de l'ombre sans confusion, & ne laissoit qu'une légère incertitude sur les observations.

*Distances des cornes de l'ombre dans l'Émerfion.*

TEMPS VRAI.	PARTIES du MICROMÈTRE.	DISTANCE des CORNES.	
12 <sup>h</sup> 58' 13"	1313	22' 1"	
13. 5. 58	1825	30. 36	
13. 12. 44	1950	32. 41	
13. 14. 34	1973	33. 5	} Plus grande distance des cornes qui étoit le dia- mètre de la Lune.
13. 22. 43	1927	32. 18	
13. 28. 2	1830	30. 41	

TEMPS

TEMPS VRAI.	PARTIES du MICROMÈTRE.	DISTANCE des CORNES.
13 <sup>h</sup> 35' 22"	1617	27' 6"
13. 41. 10	1312	22. 0
13. 45. 26	1054	17. 40
13. 48. 0	800	13. 25
13. 49. 52	545	9. 8

*Diamètre vertical apparent de la Lune, mesuré avant l'Éclipse,  
pendant l'Éclipse, vers le milieu de l'immersion totale,  
& à la fin.*

TEMPS VRAI.	PARTIES du MICROMÈTRE.	DIAMÈTRE.
10 <sup>h</sup> 3' 43"	1968	33' 2"
11. 21. 32	1974	33. 6
12. 12. 24	2005	33. 37
13. 14. 34	1973	33. 5
13. 57. 37	1974	33. 6
13. 59. 37	1974	33. 6

Le diamètre de la Lune, mesuré à 12<sup>h</sup> 12' 24", temps du milieu environ de l'Éclipse, je trouvai ce diamètre augmenté d'environ 30 secondes sur les autres diamètres que j'avois déterminés : cette observation est assez singulière ; je ne puis cependant la certifier, ne l'ayant pas répétée, & peut-être se seroit-il glissé quelques erreurs en écrivant les parties du micromètre ; cependant j'étois assez attentif à toutes les mesures & à toutes les observations que j'ai faites ; le moment de la mesure de ce diamètre étoit celui qui me donnoit le plus de relâche : j'étois seul à mon Observatoire, ainsi que pendant toute la durée de l'Éclipse.

*Mém. 1776.*

LII

Je rapporterai ici l'observation de cette Éclipse, faite par M. le Président de Saron, M.<sup>rs</sup> de Bory & du Séjour, rue de l'Université, 1<sup>re</sup>, 8 de temps à l'occident du Méridien de l'Observatoire royal; & une seconde observation, faite par M. Baudouin, Maître des Requêtes, rue Saint-Honoré, vis-à-vis les Capucins.

La pendule de M. de Saron fut réglée par des hauteurs d'étoiles de l'Aigle & d'*Arcturus* (a).

<i>Temps vrai.</i>		
10 <sup>h</sup> 21' 13"		commencement de l'Éclipse.
10. 28. 53		l'ombre au milieu de <i>Képler</i> .
10. 38. 43		l'ombre au milieu de <i>Copernic</i> .
10. 48. 59		l'ombre au milieu de <i>Tycho</i> .
11. 17. 33		Immersion totale.
11. 29. 48		occultation de la première Étoile.
11. 40. 38		occultation de la seconde Étoile.
11. 44. 57		Émergence de la première Étoile.

Les occultations furent observées avec une lunette achromatique de 3 pieds  $\frac{1}{2}$ , & les observations de l'Éclipse avec un télescope d'un pied de foyer, monté sur une machine parallaxique.

*OBSERVATION de M. Baudouin, rue Saint-Honoré, 2<sup>e</sup>, 3 de temps à l'occident de l'Observatoire Royal, avec une lunette achromatique de 3 pieds, qui grossissoit environ soixante fois, & qui appartient à M. Bertin, Ministre.*

<i>Temps vrai.</i>		
10 <sup>h</sup> 16' 30"		commencement de l'Éclipse.
10. 29. 0		<i>Képler</i> entre dans l'ombre.
10. 30. 50		<i>Képler</i> entré.
10. 37. 50		<i>Copernic</i> touche l'ombre.

---

(a) La pendule sonnoit les secondes, & on a reconnu dans la suite que la pendule sonnant, avançoit, pendant une heure, de 32 secondes sur le Temps vrai, & qu'en ne sonnant pas, elle suivoit l'heure assez exactement.

<i>Temps vrai.</i>	
10 <sup>h</sup> 38' 50"	<i>Copernic</i> moitié dans l'ombre.
10. 39. 35	<i>Copernic</i> tout-à-fait entré.
10. 45. 40	<i>Platon</i> entre.
10. 46. 26	Milieu de <i>Platon</i> .
10. 47. 18	<i>Platon</i> entré.
10. 48. 20	<i>Tycho</i> entre.
10. 50. 10	<i>Tycho</i> entré.
10. 50. 15	<i>Menelaüs</i> & <i>Mare serenitatis</i> entrent dans l'ombre.
11. 1. 45	<i>Menelaüs</i> & <i>Mare serenitatis</i> entrés.
11. 7. 55	Entrée totale de <i>Mare neclaris</i> .
11. 9. 0	<i>Proclus</i> entre.
11. 10. 0	<i>Mare crisum</i> entrée.
11. 16. 55	Immersion totale de la Lune dans l'ombre.
12. 50. 30	Commencement de l'Émerſion.
13. 7. 42	<i>Platon</i> sort de l'ombre.
13. 9. 47	<i>Tycho</i> commence à sortir.
13. 11. 28	Sortie totale de <i>Tycho</i> .
13. 12. 6	<i>Aristotelès</i> sort.
13. 13. 6	<i>Eudoxes</i> sort.
13. 25. 15	<i>Hermès</i> sort.
13. 52. 15	Fin de l'Éclipse.

Ces observations furent faites sur une montre à secondes, réglée sur le Temps vrai à la pendule de l'Observatoire de M. le Monnier.

### À N A N C I.

M. Maillette, Professeur de Géographie en l'Université de cette ville, m'a envoyé l'observation de l'Éclipse de Lune du 30 Juillet, faite à Nanci avec un télescope Grégorien de 15 pouces  $\frac{1}{2}$  de foyer ; la pendule réglée sur les Étoiles fixes & par des hauteurs correspondantes du Soleil.

NOMS DES TACHES OBSERVÉES & CORRESPONDANTES.	OBSERV. de M. MAILLETTE, Temps vrai.	OBSERV. de M. MESSIER.	DIFFÉRENCES des MÉRIDIENS.	
	H. M. S.	H. M. S.	M. S.	
Commenc. <sup>e</sup> de l'Éclipse ou Immerf.	10. 32. 23	10. 18. 16	14. 7	} Milieu 15' 15".
L'ombre à <i>Grimaldi</i> .....	10. 37. 22	10. 21. 11	16. 11	
<i>Grimaldi</i> tout dans l'ombre.....	10. 38. 5			
L'ombre à <i>Képler</i> .....	10. 43. 48	10. 29. 44	14. 4	
Tout <i>Képler</i> dans l'ombre.....	10. 44. 31	10. 32. 10	12. 21	
L'ombre à <i>Mare humorum</i> .....	10. 45. 49			
<i>Mare humorum</i> tout dans l'ombre.	10. 50. 46			
L'ombre à <i>Héraclides</i> .....	10. 47. 40			
L'ombre à <i>Copernic</i> .....	10. 52. 58	10. 37. 38	15. 20	
Tout <i>Copernic</i> dans l'ombre.....	10. 54. 22	10. 40. 44	13. 38	
L'ombre à <i>Platon</i> .....	11. 1. 44	10. 46. 15	15. 29	
Tout <i>Platon</i> dans l'ombre.....	11. 2. 45	10. 47. 17	15. 28	
L'ombre à <i>Tycho</i> .....	11. 3. 45	10. 48. 17	15. 28	
Tout <i>Tycho</i> dans l'ombre.....	11. 5. 27	10. 49. 27	16. 0	
L'ombre à <i>Manilius</i> .....	11. 7. 40	12. 52. 20	15. 30	
L'ombre à <i>Mare serenitatis</i> .....	11. 7. 50			
L'ombre à <i>Pline (b)</i> .....	11. 10. 39			
Un grand nuage survient, qui s'étend Est & Ouest, fort large & épais, & empêche d'en voir davantage.				
Émerfion; 1. <sup>er</sup> bord de la Lune pa- roît, & les nuages surviennent..	13. 7. 50			
<i>Mare humorum</i> entièrement sortie..	13. 23. 45	13. 5. 58	17. 47	
<i>Tycho</i> reparoit.....	13. 25. 50	13. 9. 32	16. 18	
<i>Tycho</i> hors de l'ombre.....	13. 27. 30	13. 11. 38	15. 52	
<i>Catherina</i> paroît douteuse (c)....	13. 48. 35			

(b) Comme je ne pouvois pas observer le commencement de l'Éclipse, dans la chambre où étoit ma pendule, je me transportai dans le jardin qui étoit attenant à la maison, avec une montre à secondes; je mis la montre à l'heure de la pendule, à 10 heures, & l'heure des immersions fut complète à cette montre: à l'arrivée du grand nuage, je rentrai chez moi & comparai la montre à la

pendule; elle n'avançoit que de 3 secondes, il étoit alors 11<sup>h</sup> 15'; ainsi, en 11<sup>h</sup> 15', la montre n'avoit avancée que de 3 secondes.

(c) D'épais nuages survinrent, & il ne fut plus possible de rien voir jusqu'après la fin de l'Éclipse. Il faut remarquer que je n'ai point vu les émerfions à travers les nuages, mais dans les parties claires du ciel que les nuages laissoient entr'eux.



M. Brackenhoﬀer, Professeur de Mathématiques, m'a envoyé son observation faite à Strasbourg avec une lunette achromatique de 7 pieds, à deux verres.

L'immersion des taches dans l'ombre a été rapportée à leur milieu.

NOMS DES TACHES OBSERVÉES & CORRESPONDANTES.	OBSERV. de M. BRACKENH. Temps vrai.			OBSERV. de M. MESSIER.			DIFFÉRENCES des MÉRIDIENS.	
	H. M. S.			H. M. S.			M. S.	
Commencement de l'Éclipse.....	10.	40.	55	10.	18.	16	21.	39
<i>Immersion des taches.</i>								
Galilée.....	10.	44.	38					
Aristarchus.....	10.	51.	10	10.	28.	47	22.	23
Képlerus.....	10.	54.	49	10.	30.	56	23.	53
Copernicus.....	11.	0.	57	10.	38.	28	22.	29
Bullialdus.....	11.	2.	29					
Helicon.....	11.	3.	19	10.	40.	44	22.	35
Eratoſſthenes.....	11.	5.	3					
Plato.....	11.	10.	22	10.	46.	45	23.	37
Tycho.....	11.	11.	25	10.	48.	54	22.	31
Manilius.....	11.	15.	3	10.	51.	2	24.	1
Eudoxus & Aristoteles.....	11.	17.	45					
Menelaüs.....	11.	18.	35					
Dionysius.....	11.	20.	1					
Plinius.....	11.	21.	5					
Promontorium acutum.....	11.	26.	45					
Fracastorius.....	11.	27.	55	11.	5.	18	22.	37
Mare crifsum entre.....	11.	31.	50	11.	9.	24	22.	26
Mare crifsum entrée.....	11.	35.	30	11.	13.	33	21.	57
Langrenus.....	11.	36.	38					
Immersion totale.....	11.	40.	12	11.	16.	52	23.	20
Après l'immersion totale de la Lune dans l'ombre, le ciel s'est couvert presque jusqu'au moment de l'é- mersion totale.								
Émersion totale.....	14.	13.	54	13.	52.	30	21.	24

Milieu  
22' 41".

## À U T R E C H T.

M. Hennert, Professeur de Mathématiques, m'a envoyé son observation, & m'a mandé, «l'Éclipse étoit déjà com-  
» mencée à 10<sup>h</sup> 32' 50"; les nuages empêchèrent d'observer  
» plus exactement le commencement.»

NOMS DES TACHES OBSERVÉES & correspondantes.	À UTRECHT.			À PARIS.			DIFFÉRENCES des MÉRIDIENS.
	H.	M.	S.	H.	M.	S.	
L'Immersion totale à.....	11.	28.	36	11.	16.	52	11. 44
L'Émergence à.....	13.	3.	26	12.	52.	20	11. 6
Et la fin à.....	14.	3.	24	13.	52.	30	10. 54
							milieu 11' 15".

Et il ajoute à la suite de son observation, «Je renonce,  
» pour la suite, aux Éclipses de Lune; j'ai encore appris par  
» celle-ci, que les Observations ne se peuvent pas faire exac-  
» tement.

» Je crois avoir assez exactement déterminé la différence  
» des Méridiens entre Paris & Utrecht, de 11' 15" à l'Orient;  
» & notre latitude ou hauteur du Pôle, de 52<sup>d</sup> 5', un peu  
» moins cependant, car je n'ose compter sur 20 secondes.»

## À M O N T P E L L I E R.

M. Poitevin, de l'Académie des Sciences de Montpellier,  
m'a envoyé son Observation faite à l'Observatoire de cette  
ville, qu'on verra à la page suivante.

NOMS DES TACHES OBSERVÉES & correspondantes.	À MONTPELL.			À PARIS.			DIFFÉRENCES des MÉRIDIENS.	
	H.	M.	S.	H.	M.	S.	M.	S.
Pénombre légère.....	10.	11.	3					
Pénombre sensible.....	10.	16.	33					
Pénombre très-forte.....	10.	22.	59					
Commencement certain de l'Éclipse.	10.	26.	20	10.	18.	16	8.	4
L'ombre à <i>Grimaldus</i> .....	10.	27.	50	10.	21.	11	6.	39
L'ombre à <i>Galilée</i> .....	10.	28.	41					
L'ombre à <i>Aristarque</i> .....	10.	35.	49	10.	28.	47	7.	2
L'ombre à <i>Copernic</i> .....	10.	45.	3	10.	38.	28	6.	35
L'ombre à <i>Platon</i> .....	10.	53.	49	10.	46.	45	7.	4
L'ombre à <i>Tycho</i> .....	10.	55.	34	10.	48.	17	7.	17
L'ombre au milieu de <i>Tycho</i> .....	10.	56.	27	10.	48.	54	7.	33
<i>Tycho</i> dans l'ombre.....	10.	57.	12	10.	49.	27	7.	45
L'ombre à <i>Manilius</i> .....	11.	3.	2					
L'ombre à <i>Mare crisum</i> .....	11.	15.	41	11.	9.	24	6.	17
L'ombre au milieu de <i>Mare crisum</i>	11.	18.	10	11.	11.	29	6.	41
<i>Mare crisum</i> dans l'ombre.....	11.	20.	0	11.	13.	33	6.	27
Imm. totale déterm. avec incertitude	11.	27.	4					
On aperçoit le bord de la Lune très-éclairci.....	12.	43.	55					
Émerfion douteuse.....	12.	52.	2					
Émerfion certaine.....	12.	55.	4					
<i>Heraclides</i> quitte l'ombre.....	13.	2.	29					
<i>Mare humorum</i> quitte l'ombre....	13.	4.	24					
<i>Galilée</i> quitte l'ombre.....	13.	7.	23					
<i>Aristarque</i> de même.....	13.	13.	11					
<i>Tycho</i> est sorti.....	13.	18.	25	13.	11.	38	6.	47
<i>Copernic</i> est sorti.....	13.	23.	42	13.	17.	4	6.	38
<i>Manilius</i> fort.....	13.	36.	35					
<i>Menelaüs</i> fort.....	13.	39.	26					
<i>Pléine</i> est sorti.....	13.	43.	25					
Fin de l'Éclipse.....	13.	51.	41					
Pénombre encore sensible.....	13.	57.	40					

Nota. J'ai rejeté les observations correspondantes, savoir, l'immersion totale de la Lune dans l'ombre; l'émerfion, la sortie de *Mare humorum*, de *Manilius*, de *Menelaüs*, & la fin de l'Éclipse, comme donnant des résultats trop différens.

Observation de la même Éclipse de Lune, que m'a envoyé  
M. Wargentin, dans sa lettre du 12 Septembre 1777.

NOMS DES TACHES OBSERVÉES & correspondantes.	À STOCKHOLM.			À PARIS.			DIFFÉRENCES des MÉRIDIENS.
	H.	M.	S.	H.	M.	S.	
Commencement de l'Éclipse, un peu plus tôt.....	11.	22.	40	10.	18.	16	1. 4. 24 } rejetée.
Immersion totale.....	12.	19.	45	11.	16.	52	1. 2. 53 } milieu
Commencement de l'Émerſion...	13.	56.	10	13.	52.	20	1. 3. 50 } 1 <sup>h</sup> 2' 50"
Fin de l'Éclipse.....	14.	54.	16	13.	52.	30	1. 1. 46 }



*M É M O I R E*  
*SUR LES TACHES DU SOLEIL,*  
*ET*  
*SUR SA ROTATION.*

Par M. DE LA LANDE.

**D**EPUIS plus de soixante ans, l'on n'a presque rien fait sur les taches du Soleil, sur sa rotation, & sur la situation de son équateur & de ses pôles. Lû en 1775,  
remis  
en 1779.

Cependant, l'équateur du Soleil a paru de tout temps aux Physiciens, un objet remarquable dans le système du monde; Képler l'appeloit *Ecliptam regiam*, & le regardoit comme la règle primitive de tous les mouvemens planétaires, & du changement de latitude des Étoiles (*De Stella Martis, pag. 167 & suiv. Epitome, pag. 514, 914*). M. Cassini jugeoit qu'on devoit rapporter les orbites des Planètes à l'équateur solaire, comme au cercle principal de la Nature, & au principe de la direction des mouvemens célestes; il regardoit encore le mouvement des nœuds, le déplacement de l'écliptique, & le changement de latitude des Étoiles, comme devant se rapporter à l'équateur solaire (*Mémoires de l'Académie, année 1734.*)

Depuis qu'on a reconnu que l'attraction des Planètes sur la Terre est la cause du déplacement de l'écliptique & de la diminution de son obliquité, la dernière raison a disparu, & l'équateur solaire est devenu un objet plus isolé; c'est peut-être pour cela qu'il a cessé d'occuper l'attention des Astronomes. Cependant, je desirois depuis bien des années de savoir si le phénomène de la précession des équinoxes avoit lieu pour l'équateur solaire, & si les observations anciennes étoient assez exactes pour nous le faire connoître, ou du moins, de fixer pour le temps actuel la position de

*Mém. 1776.*

M m m

les pôles , de manière à donner un terme de comparaison pour l'avenir.

En conséquence, j'examinai toutes les années, le Soleil au mois de Juin, c'est le temps le plus favorable pour cette détermination, parce que c'est vers le 10 Juin que la Terre est dans le nœud de l'équateur solaire; la route apparente des taches est alors la plus inclinée à l'écliptique, & le changement de déclinaison étant plus rapide, se peut déterminer avec plus d'exactitude.

Pour cet effet, je cherchois quelque tache assez bien terminée, pour que son centre ne fût point équivoque, & assez grosse pour espérer de la revoir après une révolution; tantôt je ne voyois que des taches irrégulières éparées, mal terminées, tantôt je ne les découvrois que déjà trop avancées vers l'Orient, pour avoir une suite suffisante d'observations.

Ce fut le 12 Juin 1775, que je vis pour la première fois, vers le bord oriental du Soleil, une tache isolée, fort large, & bien terminée, qui ne devoit être entrée que de la veille sur l'hémisphère visible; je me préparai à l'observer, & je l'ai suivie, sans interruption, pendant les douze jours qu'elle a été sur le disque solaire: j'engageai en même temps M. Messier à la suivre de son côté dans son observatoire de la Marine, ainsi que M. Dagelet dans mon observatoire du Collège Mazarin, tandis que je l'observois au Collège Royal, tous les matins. C'est la première fois qu'on a obtenu une suite continue de douze observations, faites avec soin, sans interruption, par plusieurs Astronomes à la fois, & avec de bons instrumens. Quoique nos observations n'aient pas été toujours parfaitement d'accord, j'ai été à portée de distinguer celles qui devoient être rejetées, & il en résultera toujours la détermination la plus exacte que l'on ait eue jusqu'ici de l'équateur solaire, de son inclinaison & de ses nœuds. J'ai ensuite voulu comparer les anciennes observations avec les miennes, & je me suis convaincu que l'on n'avoit eu jusqu'ici que des observations peu exactes,

auxquelles on a appliqué des méthodes insuffisantes, comme on le verra par la suite de ce Mémoire.

Le P. Scheiner & Hévelius n'observoient les taches du Soleil, qu'en recevant l'image du Soleil dans une chambre obscure, à travers une lunette; ils marquoient avec un fil-à-plomb le vertical sur la figure, & ils y rapportoient l'écliptique en calculant l'angle parallaxique : le P. Scheiner prenoit cet angle sur un astrolabe, & Hévelius en avoit fait une Table pour la latitude de Dantzick (*Selenographia*, pag. 103). Ces observations ne pouvoient qu'à peine comporter une précision de 25 à 30 secondes.

M. de la Hire observoit les passages des taches au Méridien, & leurs hauteurs méridiennes; mais par ce moyen, il n'avoit qu'une seule observation, & les divisions de son mural ne comportoient pas une exactitude de plus de 15 secondes. Mes observations ont été faites avec un excellent micromètre appliqué à une lunette de 9 pieds, & doivent avoir une bien plus grande précision.

*Méthode pour calculer la position d'une tache.*

La méthode pour observer les taches du Soleil, & pour calculer leur longitude, vue du centre du Soleil, est expliquée dans mon *Astronomie*; mais comme je n'y ai pas donné d'exemple, il ne sera pas inutile d'en placer un ici, dans l'ordre & avec les abréviations qu'un fréquent usage de ces méthodes m'a fait adopter : j'y ajouterai la distinction des cas qui peuvent se présenter dans des circonstances différentes, & qui épargneront du temps ou des méprises aux autres Calculateurs.

Soit  $S$  le centre du Soleil;  $PDCR$  la circonférence du disque solaire;  $EQ$  un parallèle à l'équateur;  $DSG$  le cercle horaire;  $HI$  une portion de l'écliptique;  $PSL$  le cercle de latitude;  $CMNF$  l'équateur solaire;  $N$  le nœud descendant que nous voyons en été;  $TR$  le parallèle que la tache décrit;  $T$  le lieu de la tache;  $TK$  sa latitude;  $TM$  sa

Fig. 1.

M m m ij

distance à l'équateur du Soleil, que j'appelle sa *Déclinaison* *solaire*.

Fig. 1.

Le 15 Juin 1775, à midi, j'observai la différence de passages entre le bord oriental  $Q$  du Soleil & la tache  $T$ , de  $32''\frac{3}{4}$  de temps : multipliant par quinze fois le cosinus de la déclinaison du Soleil, retranchant le produit du demi-diamètre du Soleil, j'ai la distance  $SA$  parallèlement à l'équateur  $8' 16''$ . J'observai aussi la différence de déclinaison  $TA$  de 10 secondes au midi du Soleil; j'en conclus l'angle  $S$ , ou l'angle  $TSG$  de  $88^d 51'$ . Je cherche aussi l'hypothénuse  $ST$ , qui, divisée par le demi-diamètre du Soleil, donne le sinus de l'arc du globe solaire, dont  $ST$  est la projection, compris entre la tache & le point de la surface solaire, qui nous paroît répondre au centre du Soleil.

Quand la tache est fort près du bord du Soleil, & qu'on a mesuré cette petite distance avec beaucoup de précision, il vaut mieux diviser la distance au centre du Soleil, par le rayon solaire, pour avoir le sinus de l'arc  $ST$ ; c'est ce que j'ai fait pour d'anciennes observations de M. de la Hire, qui avoit mesuré avec un micromètre la distance au bord le plus proche.

J'ôte l'angle de position  $DSP$ ,  $2^d 35'$ , de l'angle  $TSG$ , & il reste  $TSL$ . Après le solstice d'été, le point  $P$  est à la gauche ou à l'orient du point  $D$ , jusqu'au solstice d'hiver.

En général, l'angle de position s'ajoute à l'angle  $S$  AVANT le 21 Juin, si la tache est AU-DESSUS du centre, & À GAUCHE, ou avant son passage par le milieu du Soleil : si une de ces trois conditions change, ou toutes les trois ensemble, il faut le retrancher; s'il y en a deux qui changent, c'est toujours le signe  $+$  qui subsiste.

Si la somme surpasse  $90^d$ , c'est une preuve que la tache qui étoit au Nord du centre, par rapport à l'équateur, passe au Midi par rapport à l'écliptique, ou au contraire, c'est-à-dire, que si sa différence de déclinaison, par rapport au centre du Soleil, étoit du côté du Midi, sa différence de latitude est du côté du Nord.



Dans le triangle  $PST$ , considéré comme triangle sphérique sur le globe du Soleil, on connoît l'angle  $PST$ , le côté  $ST$  & le côté  $PS$  qui est toujours de 90 degrés; on cherche l'angle  $P$ : voici la formule. Le log. tang. de  $P$  est la somme de tang.  $ST$ , cof.  $S$ , tang.  $S$ ; cet angle  $P$  se trouve ici de  $1^{\circ} 1^{\text{d}} 34'$ , qui, ôtés de la longitude de la Terre,  $8^{\circ} 24^{\text{d}} 4'$ , parce que la tache n'étoit pas encore parvenue au cercle de latitude  $PSL$ , donne la longitude héliocentrique de la tache  $7^{\circ} 22^{\text{d}} 30'$  sur l'écliptique.

On juge que la tache n'est pas encore arrivée au cercle de latitude, quand elle est à gauche du centre dans les différences de passages, ou plus près du second bord que du premier; si ce n'est lorsque l'angle de position s'étant trouvé plus grand que l'angle  $S$ , on en a retranché celui-ci, car alors la tache qui étoit à gauche du centre, par rapport au cercle de déclinaison, devient à droite par rapport au cercle de latitude.

Pour trouver ou le côté ou l'arc  $PT$ , & la latitude  $TK$  de la tache, on ajoute les log. de cof.  $ST$ , tang.  $ST$ , cof.  $S$ , & l'on a le sinus de la latitude, qui est ici de  $1^{\circ} 57' 28''$ . Le nœud  $N$  étant supposé à  $8^{\circ} 17^{\text{d}}$ , la distance  $NK$  de la tache au nœud est de  $24^{\text{d}} 30'$ : dans le triangle sphérique  $TKN$ , connoissant  $TK$  &  $KN$ , on trouve l'hypothénuse  $TN$  & l'angle  $TNK = 4^{\text{d}} 43'$ ; j'y ajoute l'angle  $KNM$ , inclinaison de l'équateur solaire  $MN$  sur l'écliptique  $KN = 7^{\text{d}} 30'$ , & j'ai l'angle  $TNM$ ; il faudroit le retrancher si la tache étoit plus avancée que le nœud, & que sa latitude fût également méridionale. Enfin, dans le triangle  $TMN$ , connoissant l'hypothénuse  $TN$  & l'angle  $TNM = 12^{\text{d}} 13'$ , je trouve la déclinaison solaire  $TN = 5^{\text{d}} 3'$ ; elle est australe, puisque la latitude observée est australe, & que la tache n'avoit pas encore atteint le nœud.

Voici le détail du calcul qui servira d'exemple pour toutes les autres observations, dont je ne donnerai que le résultat: ce calcul n'exige pas 10 minutes de temps, comme je l'ai souvent éprouvé sans me presser; & les opérations graphiques, qu'on trouve dans les *Éléments* de M. Cassini ou

dans les Mémoires de M. de l'Isle, seroient plus longues, sans être aussi exactes.

On vient de voir que j'avois observé le 15 Juin 1775, à midi, la différence d'ascension droite  $8^{\circ} 16''$ , dont la tache étoit à l'Orient du centre du Soleil ou à gauche, & la différence de déclinaison 10 secondes, dont elle étoit au Midi ou au-dessous; il s'agit de trouver sa déclinaison, par rapport à l'équateur du Soleil, ou sa *déclinaison solaire*, en supposant le nœud à  $8^{\circ} 17'$ , & l'inclinaison de  $7^{\circ} 30'$ .

$8^{\circ} 16''$	269548.
10 —	100000.
Tangente.....	169548..... $88^{\circ} 51' T.S.G.$
Sinus.....	— 999991..... $2. 35$ angle de posit.
Hypothénuse...	259557..... $86. 17$ angle S.
Demi-diam. $\odot$ —	297589.
Sinus $ST$ .....	971968.

Tangente $ST$ ....	978940.....	cof. $ST$	993020.
Cofinus $S$ ....	+ 881396.		
Somme.....	860336.....	+ 860336.	
Tangente $S$ +	118509.....	fin. lat.	853356.
Tangente $P$ ....	978845.....	latitude $1^{\circ} 57' 28''$ .	
	$1^{\circ} 1^{\circ} 34'$ .		
Longit. terrestre..	8. 24. 4.		
Long. de la tache	7. 22. 30.		
Nœud.....	8. 17. 0.		
Dist. au Nœud..	0. 24. 30.		

Cofin. latit.....	999975.....	cotang. latit.	146619.....	fin. hypot. ....	961883.
Cofin. dist.....	995902.....	fin. dist.....	961773.....	fin. somme .....	932553.
Cofin. hypoth...	995877.....	cotang. angle	108383.....	fin. declin. ....	894436.
Cherchez le sinus de l'angle $4^{\circ} 43'$ ..... déclinaison solaire... $5^{\circ} 3'$					
Inclinaison..... $7. 30.$					
Somme ou différence... $12. 13.$					

Situation  
apparente de  
l'Équateur.

Quand on observe les taches en hiver, elles montent vers le Nord; le nœud ascendant est celui qui paroît sur le disque visible du Soleil, le point  $C$  de l'équateur solaire est au-dessous de l'écliptique  $HSI$ , & le point  $F$  au-dessus, comme dans la *figure 3*; mais le 7 Mars & le 10 Septembre, les nœuds sont en  $H$  & en  $I$  sur le bord même du Soleil; au Printemps la partie visible de l'équateur solaire est au Nord de l'écliptique  $HI$ , & en Automne au Midi, comme dans la *figure 5*, où il paroît en forme d'une demi-ellipse dont le

petit axe est le sinus de  $7^{\text{d}} 30'$ , ou plus exactement de  $7^{\text{d}} 20'$ , comme nous le verrons bientôt.

La Terre, au commencement de Juin, voit l'équateur solaire sous la forme d'une ligne droite  $CF$ , inclinée de 7 degrés  $\frac{1}{2}$  vers la droite. En avançant ensuite vers l'Orient dans le plan de l'écliptique  $HI$ , nous nous élevons peu-à-peu au-dessus de l'équateur solaire  $CF$ , & nous voyons l'équateur s'abaisser au-dessous, jusqu'à ce qu'au bout de trois mois nous soyons à égale distance des deux nœuds, & que nous les apercevions comme dans la figure 5, au 10 de Septembre, ou au nord de l'écliptique le 8 de Mars.

Fig. 4.

Si l'on veut tracer sur une figure l'équateur solaire dans un temps quelconque, il faut chercher la distance de la Terre au nœud, ou à  $2^{\text{f}} 18^{\text{d}}$ , &  $8^{\text{f}} 18^{\text{d}}$ , & porter le sinus de cet arc sur le diamètre  $HI$ , qui représente l'écliptique à gauche ou à l'Orient, si c'est après le 9 de Juin ou de Décembre, & l'on aura le lieu apparent du nœud; on marquera au-dessus de l'écliptique d'un côté & au-dessous de l'autre, un arc égal à  $7^{\text{d}} 20'$ , multipliés par le cosinus de la distance de la Terre au nœud, & par ces deux points on tirera un diamètre qui sera celui de l'équateur solaire; il sera incliné en bas vers la droite, depuis le 8 Mars jusqu'au 10 Septembre; enfin, l'on décrira une demi-ellipse dont le demi-petit axe soit égal au sinus de l'élévation de la Terre au-dessus du plan de l'équateur solaire, trouvée par cette formule  $\sin. 7^{\text{d}} 20' \sin. \text{dist. au } \Omega = \sin. \text{élévation}$ . On pourroit ensuite décrire les parallèles à l'équateur solaire, par la méthode que j'ai expliquée dans mon *Astronomie*, article 1829, pour décrire les parallèles terrestres dans les Éclipses, en prenant l'élévation pour la déclinaison, & la distance des parallèles à l'équateur solaire pour la latitude terrestre; ce seroit un moyen pour trouver facilement les déclinaisons des taches sur les figures de *Scheiner* & d'*Hevelius*.

Voici la Table des onze observations réduites & discutées, autant qu'il m'a été possible, en combinant celles des trois Observateurs pour chaque jour. J'ai omis celle du 12 qui ne

s'accordoit pas avec les autres, mais qui avoit été faite trop à la hâte, parce que j'aperçus trop tard la tache dont il s'agit, & que mes instrumens, non plus que ceux de M. Messier, n'étoient pas préparés pour cet objet. Quoique je n'aie mis que les minutes dans cette Table, j'ai pourtant employé la précision des secondes dans plusieurs articles de mes calculs, sur-tout dans les parties où je pouvois craindre dans le résultat quelques minutes d'erreur, en négligeant les secondes dans les données.

*OBSERVATIONS de la tache qui a paru au mois de Juin 1775.*

JOURS.	DIFFÉR. d'Ascension droite.	DIFFÉR. de Déclinaison.	LIEU de la TERRE.	ANGLE de position.	LONGIT. de la TACHE.	LATIT.	DÉCL.	ERREURS
	M. S.	M. S.	D. M. S.	D. M.	S D. M.	D. M.	D. M.	M.
13	13. 35 <i>ori.</i>	1. 2 nord	8. 22. 10	3. 23 à dr.	6. 22. 24	0. 50 B.	5. 16	+ 10
14	11. 3 $\frac{1}{2}$	0. 24	8. 23. 7	2. 59	7. 8. 23	0. 38 A.	5. 18	+ 12
15	8. 16	0. 10 midi	8. 24. 4	2. 35	7. 22. 30	1. 57	5. 3	— 3
16	4. 51	0. 48 $\frac{1}{2}$	8. 25. 3	2. 10	8. 7. 15	3. 36	4. 50	— 16
17	1. 15	1. 26	8. 25. 59	1. 45	8. 19. 27	5. 21	4. 59	— 7
18	2. 22 <i>occ.</i>	2. 7	8. 26. 56	1. 20	9. 5. 56	7. 31	5. 2	— 4
19	5. 36	2. 39	8. 27. 53	0. 55	9. 19. 9	9. 21	5. 18	+ 12
20	9. 4	3. 0	8. 28. 51	0. 30	10. 5. 33	10. 40	5. 1	— 5
21	11. 41	3. 11	8. 29. 48	0. 5	10. 18. 58	11. 35	4. 56	— 10
22	13. 42	3. 18	9. 0. 45	0. 20 à g.	11. 3. 25	12. 23	5. 7	+ 1
23	14. 57	3. 17	9. 1. 42	0. 44	11. 17. 28	12. 44	5. 14	+ 8
							Milieu.	
							5. 6	

Les déclinaisons ont été calculées en supposant le nœud à 2<sup>e</sup> 17<sup>d</sup>, & l'inclinaison 7<sup>d</sup> 30'.

On voit, dans la dernière colonne, que les différences, par rapport à la déclinaison moyenne 5<sup>d</sup> 6', ne vont qu'une fois à 16 minutes, ce qui ne répond pas à 4 secondes dans l'observation. La somme des erreurs positives est 43 minutes, celle des erreurs négatives 45 minutes, ce qui paroît indiquer qu'on ne sauroit représenter mieux ces onze observations.

*Méthodes*

*Méthodes pour déterminer l'Équateur solaire.*

M. Cassini avoit donné dans ses *Éléments d'Astronomie*, la manière de déterminer la rotation & l'axe du Soleil par les observations; M. de l'Isle avoit très-bien traité ce Problème dans ses *Mémoires publiés en 1738*; M. Hausen avoit écrit sur ce sujet en 1726, suivant M. Bernoulli, *Recueil pour les Astronomes*, tome I., page 215: mais le P. Boscowich a le premier résolu le Problème des taches du Soleil, par une méthode géométrique, dans une *Dissertation imprimée à Rome*; le P. Pézenas en a donné une autre dans son *Astronomie des Marins*, & dans le second volume de l'*Optique de Smith*, édition d'Avignon, 1767, pag. 524. On en trouve aussi des solutions par M. de Silvabelle, dans le tome IV des *Mémoires présentés à l'Académie*; par M. Jean-Albert Euler, dans les *Mémoires de Pétersbourg*, t. XII, p. 285; par M. Kæstner, en 1770; par M. Duval le Roy, dans les *Mémoires de l'Académie royale de Marine*; par M. Beckmark, dans une *Dissertation latine sur la rotation du Soleil*, publiée à Upsal en 1776, & citée par M. Bernoulli, dans le 3.<sup>e</sup> Cahier de ses *Nouvelles littéraires*, page 28. J'ai donné aussi, dans mon *ASTRONOMIE*, plusieurs méthodes géométriques & directes pour trouver la situation de l'équateur solaire, par le moyen de trois positions d'une tache observées par longitudes & par latitudes. M. du Séjour y a appliqué ses formules dans les *Mémoires de 1775*. Enfin M. Charles, habile Professeur de Mathématiques, a présenté à l'Académie en 1778, une construction extrêmement simple de ce Problème, appliquée à des observations de Juin 1777.

Mais toutes ces méthodes géométriques, élégantes & directes, m'ont paru insuffisantes quand j'ai voulu suivre ces recherches avec détail & avec exactitude; en voici la raison: les erreurs inévitables des observations, suffisent pour produire plusieurs degrés de différence sur le nœud de l'équateur solaire; on ne sauroit donc prendre au hasard trois observations, & ensuite trois autres dont les résultats pourroient différer entr'eux de

15 à 20 degrés, pour le lieu du nœud. Il faut avoir une suite d'observations, les calculer d'abord toutes dans une hypothèse quelconque, & juger par le progrès des erreurs, quelles sont les observations qui doivent être préférées, & celles que la situation de la tache rend plus décisives, ou pour l'inclinaison, ou pour le nœud; enfin choisir celles qui tiennent le plus un juste milieu entre les autres.

C'est ainsi que j'ai fait voir dans le calcul des oppositions des Planètes, que l'on devoit déterminer l'erreur des Tables par un grand nombre d'observations, & corriger les lieux calculés, par une erreur moyenne, pour en déduire l'opposition; méthode qu'ont adoptée depuis les Astronomes les plus exacts.

Quand parmi les observations d'une même tache, on en aura choisi trois, déjà calculées, il ne restera que peu de travail à faire pour parvenir à les représenter exactement; l'usage des méthodes ou des formules directes seroit incomparablement plus long, plus difficile & plus sujet à erreur.

La rotation du Soleil n'étant pas parfaitement connue, on ne peut supposer autre chose, si ce n'est l'uniformité du mouvement de la tache dans un parallèle à l'équateur du Soleil; & l'on ne peut pas supposer, comme on le fait pour les Planètes, que leur moyen mouvement dans un intervalle de temps donné soit exactement connu.

Je suppose qu'on ait trouvé par observation trois longitudes & trois latitudes d'une tache, & qu'on en ait conclu trois fois la déclinaison solaire. Si ces trois déclinaisons sont parfaitement égales, c'est une preuve que le nœud & l'inclinaison sont véritablement tels qu'on les a supposés, ou du moins qu'ils satisfont aux trois observations; car si l'inclinaison est défectueuse, elle influera beaucoup plus sur les observations qui sont loin du nœud, & produira des erreurs contraires dans celles qui sont avant & après le nœud: de même si le lieu du nœud a été mal supposé, la déclinaison solaire sera fort différente pour les observations voisines du nœud, & ne changera pas pour celles qui sont vers les limites; ainsi l'on ne sauroit trouver la même déclinaison.

Soient  $A, B, C$ , trois positions d'une tache ; si l'équateur du Soleil au lieu d'être placé suivant  $ENQ$  parallèlement au cercle  $ABC$  est supposé  $EOQ$ , en sorte que le nœud au lieu d'être en  $N$  soit supposé par erreur en  $O$ , les déclinaisons  $AE, CQ$  de la tache, vers les limites, ne changeront pas sensiblement, mais la déclinaison  $BN$  aux environs du nœud augmentera de toute la quantité  $ND$ , ou de l'erreur du nœud multipliée par le sinus de l'inclinaison, c'est environ 8 minutes pour chaque degré d'erreur sur le lieu du nœud.

Je supposerai donc, pour exemple, les trois observations suivantes, faites les 14, 18 & 21 Juin, & calculées par la méthode précédente. Méthode d'approximation.

JOURS.	LONGITUDE.			LATITUDE.		DÉCLIN.	
	S.	D.	M.	D.	M.	D.	M.
Juin 14	7.	8.	35	1.	11 A.	5.	18
18	9.	5.	56	7.	31	5.	2
21	10.	18.	58	11.	35	4.	56

En supposant le nœud  $8^h 17^d$ , & l'inclinaison  $7^d 30'$ , je trouve pour les trois déclinaisons qui devroient être égales  $5^d 18'$ ,  $5^d 2'$  &  $4^d 56'$ ; je commence d'abord par accorder les deux extrêmes qui diffèrent de 22 minutes; pour cet effet, je change l'inclinaison seulement & la dernière analogie, je trouve que 10 minutes de moins sur l'angle d'inclinaison réduisent ces déclinaisons à  $5^d 11'$  &  $5^d 5'$  qui ne diffèrent plus que de 6 minutes; ainsi j'ai diminué de 16 minutes leur différence en diminuant l'inclinaison de 10 minutes; or  $16 : 10 :: 6 : 4$ ; donc en ôtant encore 4 minutes de l'inclinaison, j'aurai deux déclinaisons égales; en effet, avec l'inclinaison de  $7^d 16'$ , je trouve pour toutes deux  $5^d 9'$  de déclinaison solaire.

Avec cette même inclinaison  $7^d 16'$ , je calcule l'observation intermédiaire du 18 qui est plus près du nœud, & je

Nnn ij

trouve  $5^d 6'$  pour la déclinaison solaire; c'est-à-dire, 3 minutes de moins que par les deux autres observations. Voilà donc une première hypothèse qui satisfait à deux observations, & qui diffère de 3 minutes pour l'autre; il s'agit de prendre un autre lieu du nœud pour avoir une seconde hypothèse. J'augmente de 5 degrés le lieu du nœud, & le supposant  $8^f 22^d$ , je recommence les calculs indiqués ci-devant, je trouve avec l'inclinaison  $7^d 9'$  pour le 14 & le 21, la même déclinaison  $5^d 33'$ ; mais pour le 18, je trouve  $5^d 44'$  ou 11 minutes de plus.

Je dispose donc le résultat de ces deux hypothèses de manière à en voir la différence dans les cinq articles, & à juger du changement qu'il faut faire à la première hypothèse pour accorder les trois observations.

N Œ U D.	I N C L I N.	D É C L I N. les 14 & 21.	D É C L I N. le 18.	D I F F É R E N C E S.
$8^f 17^d 0'$	$7^d 16'$	$5^d 9'$	$5^d 6'$	3' de moins.
$8. 22. 0$	$7. 9$	$5. 33$	$5. 44$	11 de plus.
Diff. $5. 6$	$7$	$24$	$38$	$14$

Puisqu'un changement de 5 degrés dans le nœud a fait passer la différence de  $- 3'$  à  $+ 11'$ , c'est-à-dire, l'a fait augmenter de  $14'$ ; pour faire évanouir la différence de 3 minutes, il faut augmenter le nœud de  $1^d 4'$ , car,  $14' : 5^d 0' :: 3' : 1^d 4'$ ; de même,  $14' : 7' :: 3 : 1 \frac{1}{2}$ , ainsi, l'inclinaison correspondante sera  $7^d 14' \frac{1}{2}$ .

Troisièmement,  $14 : 24 :: 3 : 5$ ; donc, la déclinaison du 14 & du 21 sera  $5^d 14'$ .

Enfin,  $14 : 38 :: 3 : 8$ , ce qui donne  $5^d 14'$  pour la déclinaison solaire le 19.

Donc, le nœud  $8^f 18^d 4'$ , & l'inclinaison  $7^d 14' \frac{1}{2}$ , représenteront ces observations, en donnant, pour toutes les trois, la même déclinaison solaire de la tache,  $5^d 14'$ .



Il est nécessaire en général de refaire le calcul en entier, avec cette troisième hypothèse, tant pour prévenir les erreurs de calcul, que pour remédier à l'inexactitude des parties proportionnelles, qui, sur un changement de plusieurs degrés, ne sont pas rigoureusement exactes : mais comme il ne faut que dix minutes de temps pour le calcul entier d'une hypothèse, on ne doit pas négliger ce petit calcul pour mieux s'assurer du résultat.

Au reste, comme trois minutes sur la déclinaison, supposent à peine une seconde dans l'observation, il est, pour ainsi dire, superflu de chercher des hypothèses plus exactes que trois minutes, à moins qu'on n'ait des observations faites avec le plus grand succès, & des instrumens de la plus grande perfection, ce que l'on n'a point encore employé pour les taches du Soleil.

Cette méthode a l'avantage d'éviter toute incertitude sur les signes, & toute occasion d'erreur dans l'application des formules ; de faire voir, par le calcul même, ce qu'il peut y avoir de discordance ou d'erreur sur chaque observation, & de quelle manière elle influe sur le résultat ; enfin, elle n'est pas aussi longue que les méthodes directes, dont j'ai parlé ci-dessus, malgré le tâtonnement qu'elle renferme.

Si l'on vouloit diminuer les fausses positions, & les essais que nous venons d'employer, on pourroit trouver les variations par les analogies différentielles. Soit  $E$  le pôle de l'écliptique ;  $P$  le pôle de l'équateur solaire ;  $T$  la tache ; & faisons varier l'inclinaison de l'équateur solaire, de manière que le pôle du Soleil passe de  $P$  en  $o$  ; le changement  $PL$  de la déclinaison de l'Étoile sera égal à  $Po \cos. P$ , ou  $Po$ , multiplié par le sinus de l'ascension droite solaire de la tache, comptée depuis le nœud & le long de l'équateur solaire.

En faisant varier le nœud, le pôle passe de  $P$  en  $p$ , en conservant sa distance au pôle  $E$  de l'Écliptique ; & le changement de déclinaison  $Px$  qui en résulte pour la tache, est égal à  $Pp \sinus \text{ inclinaison } \cdot \cosinus \text{ ascension droite}$ .

Fig. 2.

Ainsi, lorsque dans la première hypothèse, les deux déclinaisons ne sont pas égales, la correction à faire à l'inclinaison pour les rendre égales, est la différence des deux déclinaisons, divisée par la différence des sinus des deux ascensions droites.

Si l'on appelle  $dI$  un petit changement sur l'inclinaison, & que l'on fasse varier le nœud d'une quantité  $dn$ , on saura combien cela doit influer sur les deux déclinaisons, calculées en premier lieu; car,  $dn \sin. I (\cos. a - \cos. b)$  est la différence entre les deux déclinaisons qui résulte du changement du nœud; il est égal à  $dI (\sin. a - \sin. b)$ , quand on fait varier l'inclinaison; donc le changement d'inclinaison  $dI$  qui doit suivre celui du nœud, afin que les deux déclinaisons soient égales, est  $dn \sin. I \frac{\cos. a - \cos. b}{\sin. a - \sin. b}$ . Au reste, on a plutôt fait de le trouver par une ou deux fausses positions, comme je l'ai expliqué, que d'employer aucune espèce de formule.

Parmi mes onze observations, les premières & les dernières sont les plus propres à déterminer l'inclinaison, les quatre du milieu à trouver le nœud, & les intermédiaires à confirmer les résultats que les autres ont donnés.

Ayant pris les observations trois à trois, j'ai trouvé les résultats suivans pour le lieu du nœud, l'inclinaison de l'équateur solaire, & la déclinaison solaire de la tache.

OBSERVATIONS COMBINÉES.	L I E U du N Œ U D.	INCLIN.	DÉCLIN.
Par les Observ. des {	15, 19 & 22	2 <sup>h</sup> 12 <sup>d</sup> 30'	7 <sup>d</sup> 51'
	14, 18 & 21	2. 18. 4	7. 14 $\frac{1}{2}$
	13, 17 & 23	2. 20. 20	7. 21
Milieu. . . . .	2. 16. 58	7. 29	5. 5

Je n'ai pas fait entrer dans ces calculs l'observation du 20 Juin, parce que mon observation n'a été faite que par la mesure du temps, & que celle de M. Messier ne s'accordoit pas avec les précédentes & les suivantes; je n'ai pas employé non plus celle du 16, parce qu'elle s'écartoit un peu trop de celles du 15 & du 17.

On pourroit aussi calculer toutes les observations dans plusieurs suppositions du nœud, l'inclinaison restant la même, pour voir où sont les moindres différences, & quel lieu du nœud en approcheroit davantage.

Ensuite on calculeroit dans deux hypothèses d'inclinaison, pour voir celle qui rendroit les erreurs plus petites; prenant alors le nœud & l'inclinaison des deux hypothèses, on approcheroit, le plus qu'il est possible, d'une suite d'observations dans laquelle on ne peut séparer le nœud de l'inclinaison, parce que l'on n'a pas assez d'observations dans les limites & dans les nœuds.

Voici encore six observations d'une tache que j'observai en 1767, avec quelqu'attention, parce que c'étoit la plus méridionale que j'eusse encore vu: ces observations furent faites avec le micromètre de mon quart-de-cercle de 3 pieds, placé dans le Méridien, ou à peu-près.

1767.	DIFFÉR. de Passage.	DIFFÉR. de Déclin. a. u. b. d. a. u. t.	LONGITUDE.	LATITUDE.	DÉCLIN. solaire austral.
Déc. 24	35 <sup>3</sup> / <sub>4</sub>	8' 19"	1 <sup>d</sup> 28' 23"	29 <sup>d</sup> 59'	27 <sup>d</sup> 15'
25	46 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	8. 36	2. 11. 16	28. 47	27. 41
27	72	9. 17	3. 7. 40	25. 26	27. 42
29	44 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	9. 40	4. 5. 29	22. 38	27. 57
31	22	9. 32	5. 0. 10	21. 19	28. 16
Janv. 2	10	9. 11	5. 25. 4	21. 4	28. 19

Ces déclinaisons solaires sont calculées en supposant 8<sup>e</sup> 18<sup>d</sup>

&  $7^d 20'$ ; elles vont en croissant à mesure que la tache s'éloigne du nœud, cela m'indiquoit une correction à faire dans les élémens; j'ai donc employé les observations des 25 & 29 Décembre & 2 Janvier, & j'ai trouvé le lieu du nœud  $2^l 14^d 30'$ , l'inclinaison  $7^d 12'$ , & la déclinaison solaire de la tache  $28^d 8'$  australe; je n'ai pas calculé les trois autres observations, parce que la première donne visiblement une déclinaison trop petite; d'ailleurs la seconde s'accorde avec la troisième, & la cinquième avec la sixième, en sorte qu'ayant déjà employé la seconde & la cinquième, je n'aurois rien tiré de plus de la troisième & de la sixième.

Le P. Fixlmillner, célèbre Astronome, observa aussi à Cremsmunster, une tache, depuis le 1.<sup>er</sup> jusqu'au 12 Juin 1767; il a calculé ses observations avec soin, il a trouvé la déclinaison boréale de la tache  $25^d 40'$ , l'inclinaison  $7^d 8'$ , & le lieu du nœud  $2^l 21^d 5'$  (*Decennium Astronomicum*, p. 30).

### *Examen des anciennes Observations.*

Voyant que mes résultats étoient si différens de ceux que les Astronomes avoient publiés jusqu'à présent, j'ai voulu revenir sur les anciennes observations, mais on en a publié très-peu; & sur dix-huit volumes de l'Académie, depuis 1700 jusqu'à 1720, où il est parlé des taches du Soleil; il n'y en a que deux, savoir, ceux de 1703 & 1704, où les observations soient rapportées; on ne trouve dans tous les autres que des hypothèses, des réflexions générales, ou des récits vagues de ce qui avoit paru de plus singulier dans ces taches, sans aucun détail de positions astronomiques. En 1676 & 1688, on parla beaucoup des taches à l'Académie & dans le Journal des Savans, mais on ne publia pas d'observations; il n'y a dans le onzième Tome des anciens Mémoires de l'Académie, que cinq observations de M. de la Hire (*page 707*), & quelques-unes dans l'Histoire céleste, publiée en 1741, par M. le Monnier.

M. de l'Isle, dans ses Mémoires publiés à Pétersbourg, en 1738,

1738, rapporte six observations du mois de Mai 1713; je les supposois d'autant plus exactes, qu'il les avoit employées dans la théorie des taches du Soleil, la première qui ait été publiée; mais j'ai reconnu que la méthode par laquelle il faisoit ses observations n'étoit pas assez exacte; je les ai recalculées par ma méthode, & j'en ai conclu la déclinaison solaire, en supposant le lieu du nœud  $1^{\circ} 26'$ , & l'inclinaison  $6^{\circ} 35'$ , tels que M. de l'Isle les avoit conclues de ces mêmes observations.

N. <sup>os</sup>	TEMPS DES OBSERVATIONS. <i>Année 1713.</i>	DIST. de la Tache au centre du SOLEIL, parallèle à l'Équateur	DIFF. de déclin. par rapport au centre du Soleil.	LONGITUDE.	LATITUD.	DÉCLIN. solaire australe.
I.	Mai 18 à 22 <sup>h</sup> 20'	13' 8"	0' 7"	6 <sup>h</sup> 2 <sup>d</sup> 42'	10 <sup>d</sup> 15'	15 <sup>d</sup> 30'
II.	20 à 18. 15	8. 40	1. 35	6. 28. 9	12. 23	15. 23
III.	22 à 18. 15	2. 24	3. 48	7. 25. 51	15. 25	15. 20
IV.	25 à 5. 0	5. 43	6. 36	9. 1. 38	20. 4	16. 9
V.	25 à 23. 0	7. 40	7. 5	9. 11. 4	20. 40	15. 56
VI.	26 à 23. 15	9. 52 $\frac{1}{2}$	7. 40	9. 24. 45	21. 38	15. 58

Ces déclinaisons conclues étant assez différentes, puisqu'elles vont de  $15^{\circ} 20'$  à  $16^{\circ} 9'$ , j'ai cru qu'il falloit les employer à rectifier les conclusions de M. de l'Isle, & en tirer le lieu du nœud par ma méthode.

	LIEU du N Œ U D.	INCLIN.	DÉCLIN. solaire de la TACHE.
Par les Observations I, III & V, je trouve.....	2 <sup>h</sup> 5 <sup>d</sup> 42'	7 <sup>d</sup> 3'	16 <sup>d</sup> 30'
Par les Observ. II, IV & VI.	1. 16. 0	7. 33	14. 35
Le milieu est.....	1. 25. 51	7. 18	15. 32
Au lieu que suivant M. de l'Isle, c'étoit.....	1. 26. 0	6. 35	15. 45

On voit que M. de l'Isle avoit assez bien pris le milieu entre les six observations, quant au lieu du nœud ; mais deux résultats qui diffèrent de  $19^d 42'$  pour le nœud, annoncent que ces observations n'étoient point suffisantes pour cet objet ; elles étoient faites avec un simple réticule, par les passages des taches à des fils croisés, ainsi la différence de déclinaison n'étoit conclue que de la mesure du temps, & je trouve que 4 secondes d'erreur sur la première observation, faisoient 39 minutes sur la latitude de la tache, & 8 degrés sur le lieu du nœud ; de plus, ces observations ne sont éloignées que de huit jours, & elles sont faites à une trop grande distance du nœud, dans lequel la Terre ne passe que le 10 de Juin ; enfin elles sont en trop petit nombre pour pouvoir compter sur ce résultat ; passons donc à d'autres observations.

Parmi une dizaine de taches dont les observations sont rapportées dans l'Histoire céleste, il y en a peu dont les observations soient en assez grand nombre pour en tirer quelque résultat. J'ai voulu calculer celles de 1684, *pages 323 & suiv.* & celles de 1676, *pages 218 & suivantes* ; mais elles sont si peu d'accord entr'elles, que je n'ai pu en faire usage : il n'y avoit pas alors de micromètre aux lunettes des quarts-de-cercle, & il n'est pas étonnant que les différences de hauteurs soient en erreur de 12 à 15 secondes, ce qui détruit toute la précision dont on a besoin dans ces matières.

ANNÉE 1684.	L I E U du S O L E I L.			A N G L E de P O S I T I O N.		L O N G I T. de la T A C H E.			L A T I T. A u s t r a l e.		D É C L I N. s o l a i r e.	
	S.	D.	M.	D.	M.	S.	D.	S.	D.	M.	D.	M.
Juin.. 28	3.	7.	25	3.	12	6.	22.	12	5.	55	11.	52
29	3.	8.	22	3.	37	6.	7.	37	7.	31	12.	6
30	3.	9.	19	4.	1	7.	22.	34	8.	35	11.	31
Juillet 1	3.	10.	17	4.	26	8.	5.	11	10.	21	11.	44
7	3.	16.	0	6.	49	11.	3.	59	18.	7	10.	58
8	3.	16.	57	7.	13	11.	18.	57	16.	19	9.	0
9	3.	17.	54	7.	36	0.	2.	24	15.	26	8.	22
26	4.	4.	8	13.	41	8.	4.	24	9.	2	10.	32
28	4.	6.	3	14.	20	9.	1.	57	9.	48	7.	48

Les déclinaisons solaires de la dernière colonne, supposent le nœud à  $2^{\circ} 16' 44''$ , & l'inclinaison  $7^{\circ} 20'$ ; mais on y voit des différences qui ne peuvent s'accorder avec aucune hypothèse; par exemple, l'observation du 7 & celle du 9 sont vers les limites, à égales distances du nœud, & elles diffèrent de 2 degrés  $\frac{1}{2}$ : les observations du 26 & du 28, que l'on regardoit comme le retour de la même tache, s'accordent si peu qu'on ne peut rien décider à cet égard.

M. de la Hire, dans les Mémoires de l'Académie, pour l'année 1703, donne trois suites d'observations sur les taches du Soleil; la première, du 25 Mai au 3 Juin; la seconde, du 19 Juin au 27; la troisième, du 8 au 16 Juillet; il regardoit les deux premières comme deux apparitions de la même tache: mais le calcul m'a fait voir une différence de plus de 2 degrés dans la déclinaison, ce qui fait 8 à 10. secondes de différence dans leur position.

Dans la première apparition, il n'y a que les quatre premières observations qui soient un peu d'accord entr'elles; celle du 31 en diffère beaucoup, les autres sont annoncées comme étant imparfaites: ainsi je n'ai pu en faire aucun usage, & je ne les rapporterai point ici.

Dans la seconde suite, M. de la Hire donne la distance au bord le plus proche, observée avec le micromètre, & je les ai fait entrer dans le calcul avec les différences d'ascension droite & de déclinaison, lorsque celles-ci ne s'accordoient pas bien.

Les observations rapportées dans la troisième colonne, sont des différences d'ascension droite, excepté les trois qui sont marquées d'une *L*; celles-ci sont des différences de longitude, M. de la Hire n'ayant rapporté que ses conclusions à cet égard, au lieu des observations primitives. Dans la quatrième colonne, on trouve pour les mêmes observations, la latitude géocentrique de la tache, au lieu de la différence de déclinaison qui est dans les autres observations.

ANNÉE			DIFFÉR. d'Asc. droite ou de Longit.	DIFFÉR. de déclinaison ou de Latitude.	LONGITUDE héliocentrique.	LATIT. héliocentr.	DÉCLIN. solaire.	
1703.	H.	M.	M.	S.	S.	D.	M.	
Juin 18	16.	30	14.	17	0. 40 B.	6. 22. 8	3. 32 B.	2. 36 B.
19	16.	0	12.	20	0. 55	7. 6. 40	2. 41	2. 10
21	0.	0	9.	28 L.	0. 10	7. 22. 20	0. 36	2. 31
21	16.	0	6.	30 L.	0. 15 A.	8. 5. 41	0. 54½ A.	2. 47
23	21.	10	0.	50 L.	1. 10	9. 5. 1	4. 15	1. 54
25	0.	0	4.	42	1. 44	9. 20. 22	6. 42	2. 33
26	0.	0	7.	42	1. 54	10. 3. 16	7. 46½	2. 20
27	0.	0	10.	47	1. 34	10. 18. 51	7. 35	0. 58

La dernière observation diffère beaucoup des autres ; mais comme la tache du 25 au 26 avoit changé de figure, il y a lieu de croire qu'au 27, le changement étoit encore plus considérable, & que ce n'étoit plus le même centre.

Par les observations des 18, 21 & 24, je trouve le nœud à 2<sup>h</sup> 19<sup>d</sup>, l'inclinaison de 7<sup>d</sup> 31', & la déclinaison solaire 2<sup>d</sup> 45' ; j'ai voulu aussi calculer les observations des 19, 21, 26 : mais le résultat est si différent de l'autre, que l'on voit évidemment que la déclinaison du 21 est trop grande, par rapport aux deux autres, pour pouvoir les concilier toutes trois : c'est encore pire si l'on a égard à la déclinaison du 23, qui est de beaucoup trop petite.

La troisième suite d'observations de M. de la Hire, paroît avoir été faite avec plus d'exactitude ; l'Auteur ne donne que les différences de longitude & de latitude, mais il ajoute qu'elles sont conclues de toutes les observations faites en plusieurs manières, pour plus grande certitude ; aussi s'accordent-elles beaucoup mieux que les précédentes, & je les regarde comme formant la seule suite d'observations anciennes dont on puisse faire usage.



Numér. des OBSER.	ANNÉE 1703.	DIFFÉR. en LONGIT.	LATIT.	LONGIT.	LATIT.	DÉCLIN. Australe.
	H. M.	M. S.	M. S.	D. M. S.	D. M.	D. M.
I.	Juill. 8 à 2. 15	9. 20 <i>or</i>	4. 53 A	8. 7. 2	18. 3	19. 11
II.	8 à 19. 0	7. 20	5. 10	8. 16. 43	19. 8	19. 0
III.	10 à 0. 0	3. 0	5. 40	9. 5. 36	21. 4	18. 30
IV.	10 à 18. 20	0. 20	6. 0	9. 16. 47	22. 22	18. 33
V.	11 à 19. 30	3. 36 <i>oc</i>	6. 25	8. 3. 34	24. 1	18. 29
VI.	12 à 19. 30	6. 40	6. 40	10. 17. 51	25. 1	18. 25
VII.	13 à 22. 15	9. 36	6. 50	11. 3. 37	25. 41	18. 23
VIII.	14 à 18. 30	11. 30	6. 50	11. 15. 57	25. 41	18. 11
IX.	16 à 1. 30	13. 40	6. 50	0. 7. 16	25. 41	18. 37 $\frac{1}{2}$

	<i>Nœud.</i>	<i>Inclinaison.</i>	<i>Déclin. solaire.</i>
Les observ. II, V, VII, donnent...	2 <sup>d</sup> 18' 48"....	6 <sup>d</sup> 45'....	19 <sup>d</sup> 12'.
Les observ. I, IV, IX.....	2. 21. 30....	6. 22....	19. 31.
Et par un milieu.....	2. 20. 9....	6. 33....	19. 22.

Ce résultat est bien différent de celui de M. de la Hire, qui, probablement, n'avoit examiné ces observations que par une opération graphique: il donne à la *page 128*, le lieu du nœud 1<sup>r</sup> 28<sup>d</sup>, & l'inclinaison 7<sup>d</sup> 0'; & à la *page 131*, 2<sup>r</sup> 4<sup>d</sup> par les observations même qui m'ont donné 16 degrés de plus.

Il y a dans les *Mémoires de l'Académie de l'année 1704*, cinq observations d'une tache qui parut au mois de Janvier 1704: comme celles-ci sont dans le nœud ascendant, j'ai voulu voir comment elles s'accorderoient avec les autres; j'ai trouvé qu'elles donnoient pour le nœud 2<sup>r</sup> 19<sup>d</sup> 30', & pour l'inclinaison 6<sup>d</sup> 44'. Voici les observations même, elles sont toutes pour midi: les différences de déclinaison sont toutes vers le Sud, par rapport au centre du Soleil.

ANNÉE 1704.	D I F F É R. d'Ascension droite.	D I F F É R. de Déclin.	LONGITUDE	L A T I T. australe.	D É C L I N. solaire.
Janv. 7	14' 34" <i>or.</i>	1' 42" $\frac{1}{2}$	1 <sup>r</sup> 13 <sup>d</sup> 9'	12 <sup>d</sup> 15'	8 <sup>d</sup> 13'
10	6. 26	1. 12 $\frac{1}{2}$	2. 26. 50	7. 27	8. 15
11	3. 1	1. 13	3. 10. 28	5. 50	8. 12
17	14. 29 <i>oc.</i>	3. 18	6. 2. 14	1. 41	8. 13

J'ai rejeté l'observation du 16 Janvier, qui s'écarte considérablement des autres, de manière même à ne pouvoir soupçonner qu'une faute d'impression. Au moyen de ce qu'il ne me restoit qu'une seule observation à une grande distance du nœud, l'inclinaison que j'en ai déduite est beaucoup moins sûre que le lieu du nœud; aussi ce nœud s'accorde-t-il assez bien avec les déterminations précédentes & avec les suivantes. Les observations des 10 & 11, donnent l'une un peu plus, l'autre un peu moins que celles du 7 & du 17.

### *Résultat de toutes les Observations.*

Pour faire voir à quoi l'on peut s'en tenir pour le lieu du nœud de l'équateur solaire, & son inclinaison sur l'écliptique, & quel degré d'incertitude il nous reste à cet égard, je vais comparer les différens résultats qui ont été donnés jusqu'à présent, depuis 1678 que Dominique Cassini publia ses résultats dans le *Journal des Savans*. J'aurois dû commencer par Scheiner, mais il ne s'explique point assez positivement sur ces élémens; on voit cependant (*pages 556 & 558*), qu'il estimoit l'inclinaison 7 degrés, & le nœud 2<sup>r</sup> 11<sup>d</sup>, puisqu'il dit que c'étoit environ vers le 1.<sup>er</sup> Juin que le Soleil étoit dans le nœud de l'équateur solaire.

AUTEURS qui ont déterminé la position DE L'ÉQUATEUR SOLAIRE.	N Œ U D ascendant.	INCLINAISON.
M. de la Hire, <i>Mémoires de l'Académie</i> , 1703, page 128.....	1 <sup>f</sup> 28 <sup>d</sup> 0'	7 <sup>d</sup> 0'
M. Cassini, <i>Journal des Savans</i> , 1678. <i>Anciens Mémoires</i> , tom. X, p. 601.	2. 8. 0	7. 30
M. Cassini, <i>Éléments d'Astr.</i> pag. 100.	2. 10. 0	7. 30
Flamsteed, <i>Philos. Transf.</i> n.° 157, pag. 535, 1684.....	2. 16. 0	7. 0
M. de la Hire, <i>Mém.</i> 1703, pag. 131.	2. 4. 30	
Le P. Pézenas, <i>Optique de Smith</i> , tome II, page 527.....	1. 8. 38	5. 14 (a)
M. de l'Isle, <i>Mémoires pour servir</i> , etc. 1738, page 178.....	1. 26. 0	6. 35
Par trois Observations de M. de la Hire, des 19, 21 & 25 Juin 1703.	2. 19. 0	7. 31
Par trois Observations des 9, 12 & 14 Juillet 1703.....	2. 18. 48	6. 45
Par trois Observations des 8, 11 & 16 Juillet 1703.....	2. 21. 30	7. 51
Par celles de Janvier 1704.....	2. 20. 30	6. 44
Par les Obs. du P. Filxmillner, 1767.	2. 21. 5	7. 8
Par trois Observations des 13, 14 & 15 Juillet 1767. <i>Éph. Mil.</i> 1779.	2. 7. 8	7. 28 (b)
Par mes Observations des 25, 29 Déc. 1767, & 2 Janvier 1768.	2. 14. 30	7. 12
Par des Observat. du P. Filxmillner, en 1777 ( <i>Éph. Berlin</i> , 1780) ..	2. 19. 52	6. 19
Par mes Observations des 14, 18 & 21 Juin 1775.....	2. 18. 0	7. 15
Par mes Observations des 13, 17 & 23 Juin 1775.....	2. 20. 20	7. 21

(a) Il s'est glissé probablement une faute considérable dans ces calculs.

(b) Les observations sont trop peu éloignées entr'elles, pour qu'on puisse compter sur ce résultat.

En prenant le milieu entre mes deux derniers résultats de 1775, qui sont les plus d'accord & les plus sûrs, je trouve.....  $2^{\circ} 16^d 57' \& 7^d 29'$ .

En prenant le milieu entre les quatre résultats des anciennes observations, & ajoutant un degré pour la précession des équinoxes, afin de les réduire à 1775, & de pouvoir les comparer aux miennes, j'ai.....  $2. 20. 57 \& 6. 51.$

Enfin en prenant un milieu entre les résultats anciens & modernes, on aura pour 1775...  $2. 18. 57 \& 7. 10.$

Mais comme les dernières observations me paroissent plus exactes, je m'en tiens à....  $2. 18. 0 \& 7. 20.$

Et je crois pouvoir établir cette détermination, comme plus exacte que celles de Scheiner, Cassini, la Hire, & de l'Isle, qui donnoient plusieurs degrés de moins pour la longitude du nœud.

### *Durée de la rotation du Soleil.*

Pour trouver la durée de la rotation du Soleil, il faut calculer par deux observations, assez éloignées entr'elles, les ascensions droites solaires de la tache, mesurées le long de l'équateur du Soleil, la différence est le mouvement de la tache dans l'intervalle donné; d'où il est aisé de conclure le temps qu'il lui faut pour parcourir 360 degrés; c'est la durée de la rotation entière du Soleil. Mais une demi-seconde de temps sur l'ascension droite de la tache observée peut produire une erreur de plusieurs heures sur la durée de la rotation, si l'on n'a observé qu'une demi-révolution; on a donc toujours compris la nécessité qu'il y auroit de comparer des apparitions différentes d'une même tache, M.<sup>rs</sup> Cassini, Maraldi & de la Hire, l'ont fait plusieurs fois; mais ils n'avoient pas de certitude sur l'identité des taches, & sur leur immobilité; ils n'avoient pas, avec assez d'exactitude, la déclinaison solaire qui est la seule chose d'après laquelle on puisse juger qu'une tache est la même qu'on a vue dans d'autres apparitions; ainsi l'on n'a pu s'assurer de quelques heures  
sur

sur la durée de la rotation du Soleil; j'espérois que la tache observée au mois de Juin 1775, & qui étoit encore très-belle quand elle passa dans l'hémisphère supérieur ou invisible, pourroit au mois de Juillet nous apprendre quelque chose de précis sur la durée de sa révolution; mais à son retour, elle étoit si petite que je ne l'apercevois plus avec ma lunette de 9 pieds. M. Messier la voyoit encore avec une excellente lunette achromatique de Dollond, & il déterminâ sa position les 10, 11 & 12 Juillet; mais lorsque j'ai calculé sa déclinaison par le moyen de ces observations, je l'ai trouvée plus grande d'un degré & demi; elle étoit de  $6^{\text{d}} 36'$ , ce qui fait environ 24 secondes sur le disque du Soleil, ainsi ce n'étoit pas exactement le même centre, c'étoit tout au plus la partie méridionale de la tache du mois de Juin qui étoit restée visible; mais si nous supposons qu'elle eût au moins la même ascension droite, voici ce qui en résulte pour la durée de la rotation.

Le 14 Juin à midi, elle étoit éloignée du nœud de . . . . .  $38^{\text{d}} 47'$ .

Le 12 Juillet, elle en étoit à . . . . . 7. 39.

Ainsi, elle avoit fait  $391^{\text{d}} 8'$  en vingt-huit jours, c'est-à-dire  $360$  degrés en  $251^{\text{d}} 18^{\text{h}} 30'$ .

Le P. Scheiner, dans son immense ouvrage sur les Taches du Soleil, n'a pas osé assigner la durée de la rotation; il dit à la page 548, qu'il a toujours trouvé les retours entre vingt-six & vingt-sept jours, plus ou moins. A la page 559, il dit que plusieurs retours bien examinés, excèdent à peine vingt-cinq jours; que plusieurs vont à vingt-sept, & que quelques-uns paroissent aller jusqu'à vingt-huit. Si l'on suppose vingt-sept jours, il s'ensuivra que la durée de la rotation véritable ne lui paroissoit que de  $251^{\text{d}} 3^{\text{h}} \frac{1}{2}$ .

Ces retours de vingt-sept jours, étoient, à la fin du dernier siècle, dans l'opinion générale, à ce qu'il paroît par l'*Histoire de l'Académie pour 1700*, page 118; & par les *Mémoires de 1701*, page 40.

Dans les *Mémoires de 1701*, page 77, M. Cassini le fils,  
Mém. 1776.

PPP

dit que les retours n'excèdent guère  $27^j 14^h$ ; & à la page 266, il parle d'une tache qui sembloit être la même, & avoir reparu après huit retours de  $27^j 14^h 20'$ , ce qui donnoit  $25^j 15^h 40'$  pour la durée de la rotation.

M. Maraldi, dans les *Mémoires de 1704*, dit que le retour ordinaire des taches est de vingt-sept jours & demi, comme on le trouve par quantité d'observations; on suppose la même chose dans l'*Histoire de 1707*, pages 106 & suiv.

Suivant l'*Histoire de l'Académie pour 1705*, page 126, le retour des taches est de  $27^j 9^h$  ou  $10^h$ ; le milieu donneroit  $25^j 11^h 30'$  pour la rotation.

Suivant la conjecture de M. de la Hire (*Mém. 1700*, page 287) elle seroit de  $25^j 9^h 34'$ .

Suivant M. Cassini, *Éléments d'Astronomie*, page 104 (*Anciens Mém. tome X*, page 730) la rotation seroit de  $25^j 14^h 5'$ .

Suivant le P. Filxmillner,  $25^j 15^h 42'$ , *Decennium Astronomicum*, 1776, page 31; ou  $25^j 13^h 35'$ . *Éphémérides de Berlin*, 1780.

Ces résultats diffèrent de 9 heures.

Cependant, M. Cassini assure avoir trouvé entre ses observations & celles d'Hévélius & de Scheiner, six grands intervalles, qui s'accordent, à deux minutes près, avec  $25^j 14^h 5'$  de rotation. *Journal des Savans*, 1688, page 167. *Anciens Mém. tome X*, page 730; *Mém. 1702 & 1704*, page 13. Il avoit même trouvé un intervalle de huit cents trente-six révolutions d'une même tache. *Mém. de l'Académie*, année 1702, page 133.

Ces observations étoient celles des mois de Mai 1625, 1644, 1684, 1686 & 1688; mais M. Cassini ne publia point le détail des observations & des calculs, & l'on ne regardoit pas la rotation du Soleil comme décidée, lorsque je suis tombé sur quelque chose de plus satisfaisant, dont je vais rendre compte, après que j'aurai fait quelques remarques préliminaires.

Pour juger de la durée de la rotation du Soleil, il ne

suffiroit pas de comparer l'apparition des taches ou leur disparition sur le bord du Soleil, comme les anciens Observateurs le faisoient quelquefois; parce que la position de la sphère oblique du Soleil, par rapport à nous, doit produire sur l'apparition des taches, des variations analogues à celles du lever & du coucher des Astres, dans la sphère oblique de la Terre. Je vais en expliquer la règle générale qui fera voir facilement quelles sont les taches dont l'apparition doit être plus ou moins longue.

Différence  
entre la durée  
de l'apparition  
& celle de  
la disparition.

On fait par les élémens de la sphère, que la différence ascensionnelle a son sinus égal à la tangente de la latitude, multipliée par la tangente de la déclinaison d'un Astre. (*Astronomie*, art. 1026) Transportant cette expression à une tache du Soleil qui regarderoit la Terre se lever & se coucher, on voit que le sinus de la demi-différence entre le demi-arc visible, & le demi-arc invisible d'une tache est égal à la tangente de la déclinaison solaire, multipliée par la tangente de l'élévation de la Terre au-dessus du plan de l'Équateur solaire; mais celle-ci est sensiblement, & à une minute près, égale à la tangente de l'inclinaison  $7^{\text{d}} 20'$  multipliée par le sinus de la distance de la Terre au nœud mesurée le long de l'Écliptique; donc, le sinus du quart de la différence des deux arcs est tang.  $7^{\text{d}} 20'$ , tang. décl. Sol. sin. dist.  $\alpha$ , & comme le rayon est égal à un arc de  $57^{\text{d}} 17'$  que les taches parcourent en 105 heures en apparence, le quart de la différence sera sensiblement égal à  $105^{\text{h}}$  tang.  $7^{\text{d}}$  tang. déclin. sin. dist. Si l'on suppose une tache qui ait seulement  $15^{\text{d}} 32'$ , comme celle de 1713, on trouvera 15 degrés pour la différence entre les arcs visibles & invisibles dans le temps des limites. La différence augmenteroit beaucoup par des taches situées à 30 degrés de l'équateur solaire, comme on en a vu, même en 1777 & autrefois, suivant Scheiner, *Rosa ursina*, pag. 568; & Hévelius, *Selenographia*, pag. 88.

Pour comparer entre elles plus de cent taches observées par Scheiner & Hévelius, j'ai cru qu'il n'y avoit pas de moyen plus simple que de chercher graphiquement la déclinaison

naïson de chacune par une figure, afin de ne comparer que celles qui auroient la même déclinaïson. Le calcul eût été d'une longueur extrême; d'ailleurs, les observations n'existant que sur les figures de ces Auteurs, l'opération graphique avoit toute la précision des Observations que j'avois à discuter.

Ellipses  
de l'Équateur  
solaire.

Pour faire cette figure, il falloit marquer à chaque jour de l'année la position de l'Écliptique & l'ouverture de l'équateur solaire, qui est égale à l'élévation de la Terre, au-dessus du plan de l'Équateur. Si  $EC$  (*fig. 7*) représente l'écliptique, &  $EQ$  l'équateur solaire, & que la Terre soit dans un point  $T$  éloigné du nœud  $E$  de la quantité  $ET$ , on a  $\sin. TL = \sin. E \sin. ET$ , & cet arc  $TL$  est la déclinaïson solaire de la Terre, ou l'obliquité de notre œil au-dessus du plan de cet Équateur; c'est l'angle sous lequel nous voyons son ouverture ou le petit axe de l'ellipse qu'il nous présente.

De même, la tangente du complément de l'angle  $T = \text{tang. } E \text{ cof. } ET$ , & le complément de cet angle  $T$  est une espèce d'angle de position, c'est celui que fait le cercle de latitude avec le Méridien solaire.

Avec ces deux formules, supposant l'angle  $E$  de  $7^d 20'$  & le nœud  $E$  à  $2^f 18^d$ . J'ai calculé la Table suivante de l'ouverture de l'ellipse & de la position du cercle de latitude pour divers temps de l'année, ou plutôt j'ai calculé le temps de l'année qui répond à chaque ouverture, de degré en degré, de même que chaque inclinaïson de l'axe de l'Écliptique, par rapport à celui de l'Équateur solaire, à l'Orient ou à l'Occident, dans l'hémisphère boréal du Soleil, ou inclinaïson de l'Écliptique, par rapport au diamètre de l'Équateur solaire, au Nord ou au Midi, dans la partie occidentale. Au moyen de cette Table & de la *figure 8*, où j'en ai marqué les nombres principaux, il sera aisé de voir en tout temps de l'année, combien l'Équateur solaire nous paroît éloigné du centre du Soleil au-dessus ou au-dessous de l'Écliptique: or la situation de l'écliptique est toujours marquée dans les figures de nos deux Auteurs, comme je l'ai dit à la troisième page de ce Mémoire.



TABLE de la figure & de la position de l'Équateur solaire,  
par rapport à l'écliptique en différens temps de l'année.

OUVERTURE de l'ELLIPSE.	LIEU du SOLEIL.	JOURS de l'ANNÉE.	INCLINAISON du cercle DE LATITUDE.	LIEU du SOLEIL.	JOURS de l'ANNÉE.
D. M.	S. D. M.	Jours.	D. M.	S. D. M.	Jours.
7. 20 <i>au Midi</i>	5. 18. 0	Sept. 10	7. 20 <i>à l'occ.</i>	8. 18. 0	Déc. 9
7. 0	6. 5. 18	28	7. 0	9. 5. 18	26
6. 0	6. 23. 1	Oct. 16	6. 0	9. 23. 1	Janv. 13
5. 0	7. 4. 56	28	5. 0	10. 4. 56	24
4. 0	7. 14. 52	Nov. 7	4. 0	10. 14. 52	Févr. 3
3. 0	7. 23. 48	16	3. 0	10. 23. 48	12
2. 0	8. 2. 8	24	2. 0	11. 2. 8	20
1. 0	8. 10. 8	Déc. 2	1. 0	11. 10. 8	28
0. 0	8. 18. 0	9	0. 0	11. 18. 0	Mars 8
1. 0 <i>au Nord</i>	8. 25. 52	17	1. 0 <i>à l'or.</i>	11. 25. 52	16
2. 0	9. 3. 52	25	2. 0	0. 3. 52	24
3. 0	9. 12. 12	Janv. 2	3. 0	0. 12. 12	Avril 1
4. 0	9. 21. 8	11	4. 0	0. 21. 8	10
5. 0	10. 1. 4	20	5. 0	1. 1. 4	21
6. 0	10. 12. 59	Févr. 1	6. 0	1. 12. 59	Mai 3
7. 0	11. 0. 42	19	7. 0	2. 0. 42	21
7. 20	11. 18. 0	Mars 8	7. 20	2. 18. 0	Juin 8
7. 0	0. 5. 18	25	7. 0	3. 5. 18	26
6. 0	0. 23. 1	Avril 12	6. 0	3. 23. 1	Juill. 15
5. 0	1. 4. 56	25	5. 0	4. 4. 56	28
4. 0	1. 14. 52	Mai 5	4. 0	4. 14. 52	Août 7
3. 0	1. 23. 48	14	3. 0	4. 23. 48	16
2. 0	2. 2. 8	23	2. 0	5. 2. 8	25
1. 0	2. 10. 8	31	1. 0	5. 10. 8	Sept. 2
0. 0	2. 18. 0	Juin 8	0. 0	5. 18. 0	10
1. 0 <i>au Midi</i>	2. 25. 52	17	1. 0 <i>à l'occ.</i>	5. 25. 52	18
2. 0	3. 3. 52	25	2. 0	6. 3. 52	26
3. 0	3. 12. 12	Juill. 4	3. 0	6. 12. 12	Oct. 5
4. 0	3. 21. 8	13	4. 0	6. 21. 8	14
5. 0	4. 1. 4	24	5. 0	7. 1. 4	24
6. 0	4. 12. 59	Août 5	6. 0	7. 12. 59	Nov. 5
7. 0	5. 0. 42	23	7. 0	8. 0. 42	22
7. 20	5. 18. 0	Sept. 10	7. 20	8. 18. 0	Déc. 9

On voit dans la *figure 8*, un extrait réduit à moitié du cercle d'observation, sur lequel Scheiner a représenté toutes les taches.  $EQ$  est le diamètre de l'équateur solaire, que je suppose invariable & qui est toujours le grand axe de l'ellipse qui doit exprimer l'équateur solaire; cette ellipse, dans sa partie visible, passe en  $A$  ou à  $7^d 20'$  au midi le 10 Septembre, & en  $B$  le 8 Mars; le cercle  $CL$  de latitude passe en  $L$  à  $7^d 20'$  de l'axe de l'équateur solaire, du côté de l'Orient le 8 Juin, & à droite le 9 Décembre: la Table précédente suffiroit pour marquer tous les autres points.

Je suppose qu'une tache soit marquée en  $T$  dans la figure de Scheiner, passant par le milieu du Soleil sur le cercle de latitude le 10 Septembre, où l'équateur solaire passe en  $A$ ; la distance  $TA$  marque sa déclinaison solaire du côté du midi, & en la portant vers la circonférence  $EG$ , je vois que cette ligne est le sinus de 9 degrés & demi; c'est à peu-près la déclinaison solaire de la tache.

En effet, quand la Terre est à 90 degrés du nœud, cet Équateur a la forme d'une ellipse (*fig. 5*); l'ellipse passe au point  $A$ , & le mouvement du Soleil autour de son Équateur, ne change point cette apparence, puisque l'Équateur tournant dans son plan, ne change point d'aspect, de situation, ni de figure, tant que la Terre répond au même point de l'Écliptique. Ainsi la distance de la tache au point  $A$  est bien la projection de sa déclinaison solaire, & cette projection est sensiblement la différence entre le sinus  $TC$  de la latitude de la tache, & le sinus  $AC$  de l'obliquité sous laquelle paroît alors l'Équateur solaire.

Cette opération, qui est fort simple, exigeroit quelques considérations de plus, si la déclinaison solaire d'une tache étoit fort grande; mais comme nous n'avons pas de tache remarquable, dont la déclinaison aille à 30 degrés, il n'y auroit que  $1^d 19'$  d'erreur dans les cas extrêmes, & il n'a pas lieu dans les observations suivantes; mais si l'on vouloit y avoir égard, il suffiroit de tirer deux parallèles  $AD$ ,  $TF$ , & l'arc  $DF$  seroit la déclinaison de la tache, plus exactement.

TABLE des Taches observées par Scheiner & par Hévelius,  
avec le temps de leur passage au milieu du Soleil, & leur  
déclinaison par rapport à l'Équateur solaire.

Dans le P. SCHEINER; *Resa Uršina.*

PAGES.	ANNÉES.	MOIS.	D É C L I N A I S O N S.
165	1624	Décembre 18	7 <sup>d</sup> $\frac{1}{2}$ boréale.
167	1625	Janvier.. 5	8 australe; belle tache.
169	1625	Janvier.. 12	17 $\frac{1}{2}$ australe.
171	1625	Janvier.. 18	7 $\frac{1}{2}$ australe.
177	1625	Janvier.. 31	4 $\frac{1}{2}$ australe.
177	1625	Février.. 1	7 $\frac{1}{2}$ australe.
177	1625	Février.. 2	13 australe.
183	1625	Février.. 7	5 $\frac{1}{2}$ australe.
185	1625	Février.. 15	6 australe.
185	1625	Février.. 17	21 boréale.
187	1625	Mars.... 2	13 australe.
187	1625	Février.. 25	7 australe.
187	1625	Février.. 27	16 $\frac{1}{2}$ boréale.
189	1625	Mars.... 8	12 boréale.
189	1625	Mars.... 25	18 $\frac{1}{2}$ boréale.
191	1625	Mars... 28	12 $\frac{1}{2}$ australe.
191	1625	Mars.... 31	15 australe.
197	1625	Mars.... 27	21 $\frac{1}{2}$ boréale.
197	1625	Mars.... 25	11 $\frac{1}{2}$ australe.
201	1625	Avril... 8	18 australe.
203	1625	Avril... 12	24 $\frac{1}{2}$ australe.
205	1625	Avril... 12	23 $\frac{1}{2}$ australe.
207	1625	Avril... 25	12 $\frac{1}{2}$ australe (a).
209	1625	Mai.... 9	21 $\frac{1}{2}$ boréale.
209	1625	Mai.... 9	19 $\frac{1}{2}$ boréale.
209	1625	Mai.... 8	16 australe.
211	1625	Mai.... 16	7 $\frac{3}{4}$ australe; belle tache double.
213	1625	Mai.... 24	16 $\frac{1}{2}$ australe.
213	1625	Mai.... 27	13 $\frac{1}{4}$ boréale.
215	1625	Juin.... 12	5 australe; belle, à 2 noyaux (b).
225	1625	Juin.... 3	20 boréale.

(a) La même que le 28 Mars, suivant le P. Scheiner, page 546.

(b) La même que celle du 16 Mai, suivant le P. Scheiner, page 547.

PAGES.	ANNÉES.	M O I S.	D É C L I N A I S O N S.
215	1625	Juin.... 6	12 <sup>d</sup> $\frac{3}{4}$ australe.
231	1625	Juin.... 13	6 australe.
231	1625	Juin.... 13	14 $\frac{1}{2}$ australe.
231	1625	Juin.... 18	17 boréale.
233	1625	Juin.... 19	19 boréale.
233	1625	Juin.... 24	16 boréale.
233	1625	Juin.... 26	16 $\frac{2}{3}$ australe.
233	1625	Juin.... 27	10 australe.
233	1625	Juillet.. 1	20 boréale.
235	1625	Juillet.. 6	6 $\frac{1}{2}$ australe.
235	1625	Juillet.. 2	10 $\frac{2}{3}$ australe.
237	1625	Juillet.. 3	12 australe.
239	1625	Juillet.. 9	6 australe (c).
245	1625	Juillet.. 16	21 $\frac{2}{3}$ boréale.
245	1625	Juillet.. 14	0.
247	1625	Juillet.. 31	14 australe.
247	1625	Août.... 1	17 $\frac{3}{4}$ boréale.
249	1625	Août.... 12	21 boréale; belle double (d).
249	1625	Août.... 18	9 australe.
251	1625	Août.... 23	16 boréale.
253	1625	Septembre 1	16 australe; belle à 2 noyaux.
253	1625	Septembre 9	18 boréale.
253	1625	Septembre 9	21 boréale; belle à 2 noyaux.
261	1625	Septembre 19	15 boréale.
261	1625	Septembre 19	6 australe.
263	1625	Septembre 26	4 $\frac{1}{2}$ australe.
263	1625	Septembre 28	8 $\frac{1}{2}$ australe.
263	1625	Septembre 30	17 $\frac{1}{2}$ australe.
265	1625	Octobre.. 7	24 $\frac{1}{2}$ boréale.
265	1625	Octobre.. 8	16 boréale.
265	1625	Octobre.. 10	12 $\frac{1}{2}$ australe.
267	1625	Octobre.. 12	7 $\frac{1}{2}$ australe.
267	1625	Octobre.. 14	12 australe.
267	1625	Octobre.. 16	4 $\frac{1}{2}$ australe.
267	1625	Octobre.. 16	23 $\frac{1}{2}$ boréale.
271	1625	Octobre.. 21	8 $\frac{1}{2}$ australe.
271	1625	Octobre.. 27	20 boréale.
273	1625	Novembre 4	11 $\frac{1}{2}$ australe; belle à 2 pointes.
273	1625	Novembre 8	5 australe.

(c) Cette tache est la même que celle du 13 Juin, suivant Scheiner, page 548.

(d) La même que celle du 16 Juillet, suivant Scheiner, page 548.

PAGES.	ANNÉES.	MOIS.	DÉCLINAISONS.
273	1625	Novembre 12	$3\frac{1}{2}$ australe.
275	1625	Novembre 12	$7\frac{1}{2}$ australe.
275	1625	Novembre 14	22 boréale.
275	1625	Novembre 15	$17\frac{1}{3}$ boréale.
277	1625	Novembre 16	$7\frac{1}{2}$ boréale.
277	1625	Novembre 26	9 australe.
277	1625	Novembre 29	13 australe; belle.
277	1625	Novembre 30	15 australe.
279	1625	Décemb. . 2	$12\frac{1}{2}$ australe.
285	1625	Décemb. . 5	$13\frac{1}{2}$ boréale.
285	1625	Décemb. . 8	6 boréale.
285	1625	Décemb. . 8	8 australe.
285	1625	Décemb. . 8	$20\frac{1}{2}$ boréale.
287	1625	Décemb. . 11	$18\frac{1}{4}$ boréale.
289	1625	Décemb. . 13	16 boréale.
289	1625	Décemb. . 18	$4\frac{1}{2}$ australe.
291	1625	Décemb. . 21	5 australe.
291	1625	Décemb. . 27	11 boréale; belle.
291	1625	Décemb. . 31	15 australe.
293	1626	Janvier... 7	$18\frac{1}{4}$ boréale.
293	1626	Janvier... 8	14 boréale.
293	1626	Janvier... 9	$9\frac{1}{4}$ australe.
293	1626	Janvier... 9	$15\frac{1}{2}$ australe.
295	1626	Janvier... 23	$13\frac{1}{4}$ australe.
295	1626	Janvier... 24	$17\frac{1}{3}$ boréale.
295	1626	Janvier... 26	13 australe.
295	1626	Janvier... 27	$15\frac{1}{2}$ australe.
299	1626	Février... 7	13 australe.
299	1626	Février... 8	$16\frac{1}{2}$ boréale.
299	1626	Février... 20	$13\frac{3}{4}$ boréale.
299	1626	Février... 23	$14\frac{1}{2}$ australe.
303	1626	Mars.... 2	19 boréale.
305	1626	Mars.... 3	$3\frac{1}{3}$ boréale.
313	1626	Avril.... 13	6 australe; belle.
313	1626	Avril.... 13	$16\frac{1}{2}$ australe.
315	1626	Mai..... 26	7 australe.
315	1626	Mai..... 26	13 boréale.
315	1626	Mai..... 30	12 australe; belle.
321	1626	Juin.... 22	21 boréale.
323	1626	Décemb. . 22	14 australe.
325	1626	Juillet... 12	7 australe; à trois pointes.
325	1627	Janvier.. 15	13 boréale; belle.

Mém. 1776.

Q 99

PAGES.	ANNÉES.	MOIS.	DÉCLINAISONS.
329	1627	Février... 10	9 australe.
329	1627	Février... 11	13 boréale.
329	1627	Février... 15	16 $\frac{3}{4}$ australe.
329	1626	Août.... 12	5 australe, à trois noyaux.
333	1627	Mars.... 8	10 australe, à trois noyaux.
333	1627	Mars.... 9	11 $\frac{1}{2}$ boréale.
333	1626	Septembre 2	9 australe, à trois noyaux.
333	1626	Septembre 3	12 boréale.
333	1626	Septembre 4	15 boréale.
341	1627	Juin.... 1	8 $\frac{1}{2}$ boréale.
342	1626	Novembre 28	4 $\frac{1}{2}$ boréale.

Dans HÉVÉLIUS, *Selenographia*.

500	1642	Novembre 2	7 $\frac{1}{2}$ boréale, à deux noyaux.
501	1642	Novembre 11	9 $\frac{1}{2}$ boréale.
502	1643	Mai.... 25	7 $\frac{1}{2}$ boréale, à deux noyaux.
503	1643	Juin.... 21	7 boréale.
503	1643	Juin.... 19	9 $\frac{1}{2}$ australe.
504	1643	Juin.... 26	8 $\frac{1}{2}$ boréale.
504	1643	Juin.... 27	11 $\frac{1}{2}$ boréale.
504	1643	Juin.... 25	5 boréale.
506	1643	Juillet... 21	6 $\frac{1}{2}$ boréale.
506	1643	Juillet... 22	15 boréale.
506	1643	Juillet... 24	1 boréale.
507	1643	Août.... 13	9 $\frac{1}{2}$ boréale.
507	1643	Août.... 4	9 australe.
508	1643	Août.... 19	15 boréale, à deux noyaux.
508	1643	Août.... 17	4 $\frac{1}{2}$ australe.
509	1643	Septembre 13	9 australe.
509	1643	Septembre 14	16 boréale.
509	1643	Septembre 19	13 $\frac{1}{2}$ australe.
511	1643	Octobre.. 21	7 boréale.
511	1643	Octobre.. 23	7 australe.
512	1643	Novembre 28	2 boréale.
512	1643	Novembre 29	7 boréale.
512	1643	Décemb.. 25	11 $\frac{3}{4}$ australe.
512	1643	Février... 20	8 $\frac{1}{2}$ australe, belle.
514	1644	Février... 22	5 australe, à deux noyaux.
514	1644	Février... 22	7 $\frac{1}{2}$ boréale.
515	1644	Mars.... 28	0 $\frac{1}{2}$ boréale.
515	1644	Mars.... 30	10 australe.

PAGES.	ANNÉES.	MOIS.	DÉCLINAISONS.
516	1644	Avril.... 8	10 $\frac{1}{2}$ australe.
516	1644	Avril.... 11	6 boréale.
517	1644	Avril.... 12	12 australe.
517	1644	Avril.... 12	18 australe.
518	1644	Avril.... 14	9 australe.
519	1644	Mai.... 10	8 $\frac{1}{2}$ austr. la plus belle d' <i>Hevelius</i> .
519	1644	Mai.... 8	5 $\frac{1}{2}$ boréale.
519	1644	Mai.... 22	2 australe.
521	1644	Juin.... 3	8 boréale.
521	1644	Juin.... 6	8 austr. la même que le 10 Mai.
522	1644	Juin.... 18	2 $\frac{1}{4}$ austr. la même que le 22 Mai.
522	1644	Juin.... 3	10 australe.
522	1644	Juillet... 5	6 australe; belle.
522	1644	Juillet... 5	7 $\frac{1}{2}$ boréale.
522	1644	Juillet... 6	11 $\frac{1}{3}$ australe.
523	1644	Juillet... 7	6 australe.
524	1644	Juillet... 31	8 boréale.
524	1644	Août.... 1	5 $\frac{1}{3}$ australe.
525	1644	Août.... 27	6 austr. la même que le 5 Juillet.
525	1644	Octobre.. 2	4 boréale.
525	1644	Octobre.. 9	16 boréale.

Pour compléter un peu ce catalogue des taches anciennement observées, je vais y joindre vingt-cinq autres taches observées depuis ce temps-là, & que j'ai eu l'occasion de calculer dans le cours de mes recherches sur cette matière : j'en donnerai un plus grand nombre dans un second Mémoire sur le même sujet. Si l'on avoit pris de temps en temps le même soin, nous serions certains actuellement de la nature des taches du Soleil, ou du moins de leur mobilité ou de leur fixité, M. Messier, depuis plus d'une année, s'étant occupé spécialement de cet objet, à ma sollicitation, a fait un grand nombre d'observations que je calculerai lorsqu'il les aura publiées.

Je n'ai pas mis dans les observations suivantes le passage par le milieu du Soleil, comme dans les précédentes; mais on trouvera le détail des observations, ou dans ce Mémoire, ou dans le suivant.

ANNÉES.	MOIS.	DÉCLINAISONS.
1676	28 Juin.....	13 <sup>d</sup> 9' australe.
1676	Octobre, Nov. & Déc...	5. 0 australe.
1684	Juin. <i>Voy. les obs. ci-dessus.</i>	11. 30 australe.
1686	Avril.....	15. 0 australe.
1703	Juin. <i>Voyez ci-dessus.</i>	2. 45 boréale.
1703	Juillet. <i>Idem.</i>	19. 22 australe.
1704	Janvier. <i>Idem.</i>	8. 14 australe.
1713	Mai. <i>Idem.</i>	15. 32 australe.
1752	1 Juillet.....	14. 6 australe.
1752	17 Juillet. <i>Voyez ci-après.</i>	11. 40 boréale.
1752	2 Novembre.....	8. 55 bor. <i>Opt. de Smith, t. II, p. 528.</i>
1764	15 Avril. <i>Idem.</i>	11. 55 bor. grosse tache.
1767	30 Janvier.....	20. 5 australe. <i>Idem.</i>
1767	Avril.....	19. 56 boréale.
1767	Juin.....	25. 40 b. Fixlmilln. p. 29.
1767	Décembre. <i>Voyez ci-dessus.</i>	28. 8 australe.
1768	Mars.....	22. 0 australe.
1768	Mars.....	25. 20 australe.
1768	Mars.....	16. 10 boréale.
1773	6 Juin.....	6. 58 austr. grosse tache.
1775	Juin. <i>Voyez ci-dessus.</i>	5. 19 australe.
1775	Juillet.....	6. 36 australe.
1777	Février. <i>Voyez ci-après.</i>	12. 44 boréale.
1777	Juillet.....	31. 10 boréale.
1778	Mai. <i>Voyez ci-après.</i>	12. 27 bor. grosse tache.

Les observations de Scheiner & celles d'Hévélius, comparées entre elles, en supposant l'identité des taches, pourroient donner, à quelques minutes près, la durée de la rotation du Soleil, si on la connoissoit d'avance, à deux heures près; mais si l'incertitude est plus grande, on court risque de se tromper d'une révolution toute entière, & la grandeur de l'intervalle ne sert plus à rien.

J'ai donc commencé par chercher la durée de la rotation par les taches qui semblent avoir subsisté pendant plusieurs révolutions consécutives, pour avoir, s'il étoit possible, la



rotation, à deux heures près; le P. Scheiner l'avoit déjà entrepris pour quatre taches (*pages 546 & suiv.*) j'en ai examiné un grand nombre d'autres, mais je n'ai pu parvenir à des résultats satisfaisans.

L'Observation du 30 Octobre 1676, comparée avec celle du 18 Décembre, donne en cinquante jours moyens, deux révolutions complètes, moins  $18^d 32'$  d'ascension droite solaire; ce qui donne  $25^h 15^m 51' 8''$ , ou  $1^h 45' 46''$  de plus que dans M. Cassini; mais une seule seconde de temps ou 15 secondes de degré dans une des deux observations, qui font 4 degrés de la circonférence du Soleil, produiroit toute cette différence de  $1^h \frac{3}{4}$  sur la période; ainsi, tant qu'on n'a que deux périodes d'observations, dans lesquelles plusieurs s'accordent mal, on ne peut s'assurer mieux qu'à deux heures près de la durée que nous cherchons; or, il y a si peu d'observations imprimées sur les taches du Soleil que je ne pouvois y trouver de quoi lever cette difficulté.

Comparaison  
des anciennes  
taches.

Je me contentai donc d'abord d'essayer la période donnée par M. Cassini, pour voir comment elle s'accordoit avec les anciennes observations.

Les deux plus belles taches qu'il y ait dans Scheiner & Hévélius, sont celles qui passèrent par le milieu du Soleil le 16 Mai 1625 à 5 heures du soir, & le 9 Mai 1644 à 16 heures, l'une & l'autre à 7 degrés de déclinaison australe. L'intervalle qui est six mille neuf cents trente-trois jours  $\frac{46}{100}$  divisé par 252, nombre des retours de la tache, donne  $27^h 12^m 19' 44''$  pour chacun, ou  $1^h 16''$  de moins; il ne s'en faut que  $\frac{1}{125}$  de révolution, c'est-à-dire un peu plus de 5 heures, ou  $2^h \frac{1}{2}$  sur le Soleil; ce qui n'est guère que la largeur de la tache. Si l'on se trompoit d'une heure sur la durée du retour, l'on auroit dix jours de mécompte, ainsi l'on ne peut pas craindre ici une heure d'incertitude; mais s'il y avoit  $2^h 37'$  d'erreur, ce qui feroit deux cents cinquante-trois révolutions, on auroit trouvé le même résultat, malgré l'erreur de  $2^h 37'$ ; ainsi, s'il y a plus de deux heures d'incertitude dans la durée de la révolution, la comparaison des observations éloignées

de vingt ans, devient tout-à-fait inutile; or on a vu ci-dessus que cette incertitude s'y trouve réellement.

Ces deux grosses taches paroissent être celles qui avoient déterminé M. Cassini à établir cette durée de la rotation, lorsqu'il eut observé en 1684, 1686 & 1688 des taches pareilles (*Mém. Acad. 1702, page 133*).

Les deux petites taches qui passèrent au milieu du Soleil le 16 Novembre 1625 à 2 heures, & le 21 Octobre 1643 à 15<sup>h</sup>, ayant 7<sup>d</sup> de déclinaison boréale, donnent 24" de plus; celles du 10 Février 1627 & du 14 Avril 1644, donnent 7' de moins; mais la première est une belle tache à deux noyaux, & celle de 1644 est la seconde de deux taches petites & irrégulières qui ne ressemblent point à celles de 1627, & qui sont plus distantes entre elles.

Les taches du 12 Novembre 1625 à 0<sup>h</sup> du matin, & du 22 Mai 1644 à 3 heures du soir, qui sont entre 2 & 3 degrés de déclinaison australe, donnent après deux cents quarante-six périodes 11' 26" de moins que la période de M. Cassini.

Deux taches du P. Scheiner, situées à 21<sup>d</sup>  $\frac{1}{2}$  de déclinaison boréale, sur un parallèle où il y en a rarement, l'une du 27 Mars 1623, & l'autre du 22 Juin 1626, donnent 21 minutes de moins.

Celles du 9 Juillet 1625 & du 1.<sup>er</sup> Août 1644, situées à 5 degrés de déclinaison australe, donnent 7' 27" de plus.

Je trouve à peu-près le même résultat, en comparant les taches de 1676 & de 1775 après quatorze cents sept révolutions. Le 19 Novembre 1676, l'ascension droite solaire d'une tache située à 5 degrés de déclinaison australe, étoit de 11<sup>h</sup> 21<sup>d</sup>; le 23 Juin 1775, je la trouvai de 11<sup>h</sup> 17<sup>d</sup>; la réduction à l'équateur solaire étant à peu-près nulle, & les 4 degrés de différence entre ces deux longitudes ne pouvant produire que 18 secondes sur la durée de révolution, je suppose qu'en quatre-vingt-dix-neuf ans, moins cent quarante-neuf jours ou trente-six mille neuf jours, la tache a fait quatorze cents sept révolutions, chacune sera de 25<sup>j</sup> 14<sup>h</sup> 13' 44", c'est 8' 12" de plus que celle que j'ai supposée. Il est

vrai qu'en supposant quatorze cents huit révolutions dans le même intervalle, on auroit seulement 18 minutes de moins au lieu de 8 minutes de plus; ainsi l'on ne peut pas se servir d'un aussi long intervalle, à moins qu'on ne sache, à quelques minutes près, la durée de la révolution.

Le 12 Avril 1644, & le 28 Juin 1676, on voit au milieu du Soleil, sur le parallèle austral de 12 degrés, de belles taches, dont l'intervalle, onze mille six cents onze jours, divisé par quatre cents vingt-deux révolutions, donne seulement 42 secondes à ôter de la révolution supposée; la seconde est une belle tache irrégulière à deux noyaux.

Celles du 2 Septembre 1626 & du 19 Juin 1643, à 9 degrés de déclinaison australe, donnent pour deux cents vingt-trois révolutions, 10 minutes à ôter.

Celles du 5 Janvier 1625 & du 19 Juin 1643, donneroient pour deux cents quarante-cinq révolutions, 13' à ôter.

Celles du 10 Février 1627 & du 3 Juillet 1644, donnent pour deux cents trente-une révolutions, 20 minutes à ôter.

Celles du 21 Octobre 1625 & du 8 Avril 1644, donnent pour deux cents quarante-cinq révolutions, 20 minutes à ajouter. Toutes celles-ci ont environ 9 degrés de déclinaison australe. Ce parallèle du Soleil paroît être plus chargé de taches que la plupart des autres degrés de déclinaison solaire.

Je fis de même un grand nombre de comparaisons des taches de Scheiner avec celles d'Hévélius, situées sur le même parallèle; je trouvai plusieurs périodes qui s'accordoient à 20 minutes près, plus ou moins; mais elles ne me paroissoient pas suffire pour établir l'identité, il falloit avoir trois apparitions d'une même tache à des intervalles égaux, pour lever à cet égard tous les doutes; il falloit aussi que ce fût une de ces taches remarquables, de ces grosses taches qui attirent l'attention des Astronomes, & qui se voient même sans lunette; car s'il y a dans le Soleil un noyau solide, & que ses éminences couvertes ordinairement par le fluide igné, causent les taches que nous voyons quand le fluide s'abaisse ou se retire, ce sont les plus grandes montagnes qui doivent

Insuffisance  
de ces  
comparaisons.

former les plus grandes taches, & reparoître le plus souvent.

Quatre  
apparitions  
d'une  
très-grande  
tache.

On avoit publié si peu d'observations sur les taches du Soleil, que je ne pouvois trouver de quoi me satisfaire ni éclaircir mes doutes. Mais, le 5 Mai 1778, le ciel s'étant découvert, je vis sur le Soleil une très-grosse tache, que l'on entrevoyoit même à la vue simple avec un verre noir, je l'observai pendant plusieurs jours, je calculai sa déclinaison solaire, que je trouvai de  $12^{\text{d}} \frac{1}{2}$  au nord de l'Équateur solaire, & elle reparut de nouveau à la fin de Mai. En recourant à mes observations antérieures, je vis qu'à la fin de Février 1777, j'avois déjà observé une très-belle tache qui avoit  $12^{\text{d}} \frac{1}{4}$  de déclinaison, & M. Messier l'avoit aussi observée; je remontai aux années précédentes, & je trouvai qu'une grande tache vue par M. Darquier à Toulouse, le 15 Avril 1764, avoit eu 12 degrés de déclinaison boréale.

Les registres des observations que je faisois à Berlin en 1752, pour la distance de la Lune à la Terre, m'ont fourni encore une belle tache à  $11^{\text{d}} \frac{2}{3}$  de déclinaison.

Enfin au mois de Novembre de cette année 1778, & peu de temps avant l'impression de ce Mémoire, une belle tache visible à la vue simple est encore revenue presque au même point du Soleil, & M. Méchain l'a observée quatre fois; il est vrai qu'elle a  $14^{\text{d}} \frac{1}{2}$  de déclinaison, ou même plus; mais les différences ne passoient guère les limites des variétés que présentent souvent les observations d'une même tache observée pendant plusieurs jours de suite; ainsi je pouvois les regarder comme étant une même tache; il ne s'agissoit que de voir s'il y avoit une durée de rotation qui pût représenter les cinq apparitions.

Rotation  
de  $25^{\text{h}} 10^{\text{m}}$ .

La rotation adoptée par M. Cassini, de  $25^{\text{h}} 14^{\text{m}} 5' 22''$  ne satisfaisoit à aucun des intervalles entre les observations de ces cinq taches; il y avoit plus de 40 degrés de trop pour le mouvement observé, depuis 1777 jusqu'à 1778; il a donc fallu essayer d'autres périodes, & j'ai eu la satisfaction de voir qu'en employant  $25^{\text{h}} 10^{\text{m}}$ , je satisfaisois à tout.

Voici les observations de ces cinq apparitions, avec les conséquences

conséquences que j'en ai tirées, en supposant le nœud à  $2^{\text{d}}$   $18^{\text{d}}$ , & l'inclinaison de  $7^{\text{d}}$   $20'$ .

Celles de la fin de Mai & du commencement de Juin, se trouveront dans mon second Mémoire, avec beaucoup d'autres observations.

ANN.	MOIS, JOURS & HEURES.	DIFFÉRENCES de passage entre la Tache & le bord ou le centre du Soleil.	DIFFÉRENCES de déclinaison entre la Tache & le bord du Soleil.	ASCENS. droite solaire de la Tache.	DÉCLIN. solaire boréale.
		S.	M. S.	M. S. D.	D. M.
1752	17 Juillet à midi....	68 au bord suivant..	13. 59 bord sup.	9. 25. 44	10. 52
1752	19 Juillet.....	91 .....	12. 58 .....	10. 18. 42	12. 32
1752	20 Juillet.....	108 $\frac{1}{2}$ .....	12. 35 .....	11. 7. 29	11. 34
1764	15 Avril.....	41 $\frac{1}{2}$ bord précédent	13. 24 .....	7. 11. 12	11. 55
1777	18 Février.....	15 $\frac{3}{4}$ bord suivant..	7. 22 .....	2. 22. 24	13. 31
1777	19 Février.....	22 $\frac{1}{2}$ .....	7. 31 .....	3. 6. 10	13. 18
1777	26 Février.....	22 $\frac{1}{2}$ bord précédent	14. 52 .....	6. 14. 58	12. 19
1777	1 Mars.....	2 .....	18. 21 .....	7. 27. 35	11. 50
1778	5 Mai.....	53 $\frac{1}{2}$ bord suivant..	9. 53 .....	6. 25. 48	11. 59
1778	8 Mai.....	39 bord précédent..	14. 3 .....	8. 11. 48	12. 18
1778	11 Mai.....	11 .....	17. 1 .....	9. 16. 1	12. 34
1778	12 Mai.....	4 .....	17. 37 .....	10. 1. 48	12. 57
1778	11 Nov. à 9 <sup>h</sup> $\frac{1}{2}$ mat..	32,7 après le centre.	16. 56 bord inf.	0. 22. 52	16. 4
1778	13 Nov. à 9 <sup>h</sup> $\frac{3}{4}$ mat..	4,5 après le centre.	13. 19 bord sup.	1. 21. 39	14. 21
1778	18 Nov. à 0 <sup>h</sup> $\frac{1}{2}$ du soir.	18 bord précédent.	7. 31 .....	4. 2. 12	15. 26
1778	19 Nov. à 1 <sup>h</sup> du soir	13,5 bord précédent	7. 16 .....	4. 15. 1	14. 38

L'Observation du 18 Février 1777, comparée avec celle du 8 Mai 1778, donne 25<sup>j</sup> 9<sup>h</sup> 56'.

L'Observation du 19 Février 1777, comparée avec celle du 12 Mai 1778, donne 25. 10. 33.

L'Observation du 26 Février 1777, comparée avec celle du 11 Mai 1778, donne 25. 10. 41.

L'Observation du 1 Mars 1777, comparée avec celle du 5 Mai 1778, donne 25. 10. 14.

Le milieu est 25<sup>j</sup> 10<sup>h</sup> 21', & les extrêmes diffèrent de 45 minutes, mais le premier résultat, qui donne le moins, répond au temps où les taches étoient les plus voisines du centre du Soleil, & par conséquent le mouvement plus sensible & les conclusions moins douteuses.

Mém. 1776.

Rrr

Ayant réduit les quatre observations de 1777 au 23 Février, je trouve pour l'ascension droite  $5^{\text{h}} 2^{\text{d}} 47'$ ; & par les quatre observations du mois de Novembre 1778, je trouve pour le 15,  $2^{\text{h}} 20^{\text{d}} 2'$ , l'intervalle est de six cents trente jours, qui donnent vingt-quatre révolutions plus  $9^{\text{h}} 17^{\text{d}} 15'$ , & chacune de  $25^{\text{h}} 9^{\text{h}} 43'$ . Cette quantité est plus petite que la précédente, mais le milieu ne s'éloigne pas de  $25^{\text{h}} 10^{\text{h}}$ , & les différentes observations s'accordent plus avec cette période, que les observations même ne s'accordent entr'elles; au reste, les intervalles plus longs diminuent cette incertitude.

En comparant l'observation du 15 Avril 1764, avec celle du 26 Février 1777, l'intervalle étant de cent quatre-vingt-cinq rotations moins  $26^{\text{d}} 14'$  en quatre mille sept cents jours, je trouve  $25^{\text{h}} 9^{\text{h}} 51'$  pour la rotation.

L'observation du 17 Juillet 1752, comparée avec celle du 15 Avril 1764, pour un intervalle de quatre mille deux cents quatre-vingt-dix jours, ou cent soixante-neuf rotations moins  $2^{\text{h}} 4^{\text{d}} 32'$ , donne  $25^{\text{h}} 9^{\text{h}} 58'$ , comme la précédente comparaison.

Enfin, si l'on prend deux observations extrêmes, comme le 20 Juillet 1752 & le 11 Mai 1778, on trouve en neuf mille quatre cents vingt-six jours, trois cents soixante-onze rotations moins  $5^{\text{d}} 28'$ , ce qui fait pour chacune  $25^{\text{h}} 10^{\text{h}}$ .

Je trouve même une sixième tache dans Hévelius, à la même déclinaison, qui passa au milieu du Soleil, le 27 Juin 1643, l'intervalle de trente-neuf mille huit cents trente-deux jours ne donne que  $2^{\text{h}} 47''$  à ajouter à ma période; mais cette tache n'est pas assez remarquable pour former une preuve de mon hypothèse.

Cette durée est plus petite de  $4^{\text{h}} 4' 15''$ , que suivant M. Cassini, & elle donne pour le retour des taches, par rapport à nous,  $27^{\text{h}} 7^{\text{h}} 37' 28''$ , ou 27,3177, au lieu de  $27^{\text{h}} 12^{\text{h}} 20'$  ou 21' que trouvoit M. Cassini, en 1688 (*Mémoires de l'Académie*, 1702, page 133).

Mais ma détermination approche beaucoup de  $25^{\text{h}} 9^{\text{h}} 34'$  que trouvoit M. de la Hire, c'est-à-dire,  $27^{\text{h}} 7^{\text{h}} 7'$  pour le retour des taches (*Mémoires de l'Académie*, année 1700).

page 287). M. de la Hire n'avoit qu'un seul retour, mais j'en ai trois ou quatre parfaitement d'accord entr'eux.

Voilà donc, ce me semble, une tache dont la place est fixe sur le Soleil, & qui donne, avec une exactitude que je n'espérois plus, la vraie durée de la rotation du Soleil sur son axe, 25 jours & 10 heures.

Si cette période ne se vérifie pas encore sur les autres taches, c'est peut-être parce qu'on les a trop peu observées jusqu'à présent pour pouvoir y démêler les retours; ou bien que la cause locale qui a produit cette grande tache quatre ou cinq fois, est jointe à quelque circonstance particulière dans ce point du disque solaire.

Au reste, je trouve aussi dans les anciennes observations rapportées ci-dessus, plusieurs taches qui s'accordent avec les 25<sup>j</sup> 10<sup>h</sup> de rotation, comme j'en trouvois ci-devant avec celle de M. Cassini.

Par exemple, en comparant une belle tache à deux noyaux, qui passa par le milieu du Soleil le 12 Juin 1625, & qui étoit la même que celle du 16 Mai, suivant Scheiner, pages 211, 215, 547, avec une pareille qui, suivant *Hévélius*, page 514, y passa le 22 Février 1644, toutes deux à 5 degrés de déclinaison australe, je trouve en six mille huit cents vingt-huit jours, deux cents cinquante retours ou révolutions synodiques des taches au milieu du Soleil; c'est-à-dire que chaque retour seroit de 27<sup>j</sup> 7<sup>h</sup> 29<sup>'</sup>  $\frac{1}{2}$ , plus court de 8 minutes seulement que par ma détermination: quand on prend la première, qui est celle du 16 Mai 1625, on trouve seulement 4<sup>'</sup>  $\frac{1}{2}$  de moins que suivant ma période.

La tache du 30 Mai 1626, comparée avec celles des 25 Décembre 1643, 12 Avril & 16 Juillet 1644, satisfait encore à très-peu près à cette période; toutes ces taches avoient à peu-près 12 degrés de déclinaison solaire australe; la première comparaison donne 10 minutes de moins, la seconde 12 minutes de moins, la troisième 7 minutes de plus.

Deux taches à 9 degrés de déclinaison australe, l'une du

Rrr ij

9 Janvier 1626, l'autre du 8 Avril 1644, donnent deux cents quarante-quatre révolutions en six mille six cents soixante-quatre jours, chacune de  $27^j 7^h 28' \frac{1}{2}$ ; c'est 9 minutes de moins que suivant ma période.

Aux environs du même parallèle, je trouve encore les taches du 21 Octobre 1625 & du 3 Juillet 1644, qui pour un intervalle de six mille huit cents trente jours, donnent deux cents cinquante révolutions, trop grandes seulement de  $3' \frac{1}{2}$  chacune.

Celle du 14 Avril 1644, ne s'en écarte pas beaucoup; car elle donne pour chaque retour  $27^j 7^h 52'$ , ou  $15'$  de trop; mais les deux belles taches des 16 Mai 1625 & 10 Mai 1644, donnent 30 minutes de moins.

Dans toutes ces comparaisons, je n'ai pas cherché une précision rigoureuse, que les observations de ce temps-là ne comportent pas, & les heures que j'ai négligées dans les passages par le milieu du Soleil, pourroient faire 5 à 6 minutes de différence sur la durée de chaque retour; mais si l'incertitude est réduite à si peu de chose, je croirai avoir rempli l'objet de mes recherches sur la rotation du Soleil.

La tache dont les observations sont dans les anciens *Mémoires de l'Académie*, tome X, page 708, & celle de M. de l'Isle, dont j'ai rapporté les observations ci-dessus, donnent  $25^j 10^h 5'$ .

Deux taches, qui ont 25 degrés de déclinaison solaire australe, observées les 4 Mars 1768 & 5 Juin 1777 à 7. signes environ de longitude, donnent cent trente-trois révolutions, chacune de  $25^j 9^h 54'$  (a).

Au reste, je n'ai rapporté ces comparaisons que pour faire voir que dans le grand nombre d'observations, il s'en trouve qui satisfont à ma période, comme à celle de M. Cassini; mais si je n'avois pas d'autres vérifications, je croirois n'avoir pas rempli mon objet.

---

(a) On trouvera ces observations avec beaucoup d'autres, dans un second Mémoire sur les taches du Soleil, qui paroîtra dans les *Mémoires de 1778*.



L'on ne pouvoit espérer d'avoir exactement la durée de la rotation, que lorsqu'après avoir observé & calculé un grand nombre de taches par une méthode exacte, comme celle que j'ai indiquée ci-dessus, on auroit trouvé une déclinaison parfaitement égale dans plusieurs retours, avec des intervalles de temps égaux ou proportionnels aux arcs parcourus : M. Cassini crut l'avoir trouvée dans le dernier siècle ; mais les taches de 1684, 1686 & 1688, dont M. Cassini s'est servi, n'étoient point comme les miennes, de grandes & belles taches ; il me semble donc qu'il n'y a pas la même probabilité pour son résultat.

Ainsi, il paroît vraisemblable que les taches du Soleil sont fixes, & qu'elles reparoissoient à la même place, après un nombre de périodes de  $27^j 7^h 37' 28''$ , quoique les mêmes taches disparoissent pendant des années entières, couvertes probablement par le reflux de la matière ignée & fluide, qui est à la surface du Soleil.

Dans le temps que je supposois la rotation absolue, par rapport aux Équinoxes, de  $25^j 14^h 5' 22''$ , ce qui donne le mouvement diurne des taches de  $14^d 4' 10'', 62$ , je m'en étois servi pour calculer une Table du mouvement de rotation pour les années, les jours & les heures ; je l'ai calculée de nouveau avec  $25^j 10^h$  : l'objet de cette Table est de réduire toutes les observations d'une même tache, à une seule époque, afin d'avoir plus exactement une position résultante d'une apparition toute entière, & de la comparer à une autre apparition. Je suppose, par exemple, qu'on eût douze jours d'observations sur une tache, & cela, en deux apparitions différentes : pour en déduire exactement la durée d'une seule révolution, l'on auroit cent quarante-quatre comparaisons à faire, au lieu qu'une seule suffiroit si l'on avoit réduit les douze observations de chaque apparition à une seule, par le mouvement déjà connu, & qui l'est assez exactement pour un intervalle de cinq à six jours. Ces Tables serviront aussi à reconnoître si une tache est la même qu'une autre tache observée plus anciennement, sans réduire tout l'intervalle en jours & en fractions de jours. Par exemple, il y a deux

ans huit jours & demi entre l'apparition, au même degré de longitude de deux belles taches, à 5 ou 7 degrés de déclinaison australe, le 6 Juin 1773 & le 15 Juin 1775; or, en deux ans & huit jours & demi, je trouve  $0^{\circ} 20^d 3' 56''$  de mouvement, au lieu de 0 signes; ce n'est donc pas la même tache, indépendamment de la petite différence des déclinaisons; ou du moins, elle ne donne pas la durée de rotation, qui m'a servi à calculer la Table suivante: il faudroit supposer la rotation de  $25^j 11^h 34'$ , au lieu de  $25^j 10^h 0'$ , pour accorder ces deux apparitions. Mais j'y ai ajouté les mouvements pour la rotation de  $25^j 14^h 5' 22''$ , page 504.

La vérification de cette Table est facile, car en cent années Juliennes, il y a quatre cents trente-sept rotations & 30 heures de plus, & le mouvement séculaire,  $17^d 42' 18''$ , est en effet le mouvement pour 30 heures. De plus, le mouvement annuel est égal au mouvement de 60 jours, puisque deux révolutions font  $50^j 20^h$ , & que 14 font  $35^j 20^h$ ; il manque de part & d'autre  $9^j$  &  $4^h$ , auquel répond, par conséquent, soit le mouvement de 30 jours, soit celui de  $365$ , c'est-à-dire,  $4^f 9^d 50' 10''$ .

Quoique la première Table me paroisse être celle dont on doit se servir, je n'ai pas cru que la seconde fut inutile, & je l'ai placée à la suite de l'autre, page 504. On y verra la différence que produisent sur le mouvement des taches 4 heures de changement sur la durée de la période qu'on suppose; ainsi, quand deux apparitions de taches ne s'accorderont pas avec ma Table (page 503) on verra d'un coup-d'œil si elles s'accordent mieux avec la durée de la rotation employée par M. Cassini, & qui m'a servi à calculer l'autre Table, ou plutôt, on verra combien il s'en faut que la seconde tache en soit à la même place que la première.

Ma Table me sert aussi à voir comment s'accordent entr'elles deux observations d'une tache, faites à quelques jours de distance l'une de l'autre, aussitôt que jes ai calculées, car l'ascension droite solaire de la tache doit augmenter tous les jours de  $14^d 9' 50''$ , & pour chaque heure de  $35' 25''$ .

TABLE du mouvement des Taches sur l'Équateur solaire,  
ou sur ses parallèles, ou des degrés de rotation du Soleil,  
en supposant la durée de chaque rotation  $25^j 10^h 0'$ .

JOURS.	MOUVEMENT.				H. M. S.	MOUVEMENT			ANNÉES	MOUVEMENT.			
	Sig.	Deg.	Min.	Sec.		D.	M.	S.		Sig.	Deg.	Min.	Sec.
1	0.	14.	9.	50	1	0.	35.	25	1	4.	9.	50.	10
2	0.	28.	19.	40	2	1.	10.	49	2	8.	19.	40.	20
3	1.	12.	29.	30	3	1.	46.	14	3	0.	29.	30.	30
4	1.	26.	39.	21	4	2.	21.	38	4	5.	23.	30.	30
5	2.	10.	49.	11	5	2.	57.	3	8	11.	17.	0.	59
6	2.	24.	59.	1	6	3.	32.	28	16	11.	4.	1.	58
7	3.	9.	8.	51	7	4.	7.	52	31	10.	8.	3.	56
8	3.	23.	18.	41	8	4.	43.	17	64	8.	16.	7.	52
9	4.	7.	28.	31	9	5.	18.	41	100	0.	17.	42.	18
10	4.	21.	38.	22	10	5.	54.	6					
11	5.	5.	48.	12	11	6.	29.	30					
12	5.	19.	58.	2	12	7.	4.	55					
13	6.	4.	7.	52	13	7.	40.	20					
14	6.	18.	17.	42	14	8.	15.	44					
15	7.	2.	27.	32	15	8.	51.	9					
16	7.	16.	37.	23	16	9.	26.	33					
17	8.	0.	47.	13	17	10.	1.	58					
18	8.	14.	57.	3	18	10.	37.	23					
19	8.	29.	6.	53	19	11.	12.	47					
20	9.	13.	16.	43	20	11.	48.	12					
21	9.	27.	26.	33	21	12.	23.	36					
22	10.	11.	36.	24	22	12.	59.	1					
23	10.	25.	46.	14	23	13.	34.	26					
24	11.	9.	56.	4	24	14.	9.	50					
25	11.	24.	5.	54	25	14.	45.	15					
26	0.	8.	15.	44	26	15.	20.	39					
27	0.	22.	25.	34	27	15.	56.	4					
28	1.	6.	35.	25	28	16.	31.	29					
29	1.	20.	45.	15	29	17.	6.	53					
30	2.	4.	55.	5	30	17.	42.	18					
60	4.	9.	50.	10	40	23.	36.	24					
120	8.	19.	40.	20	100	29.	30.	30					
180	0.	29.	30.	30	60	35.	24.	36					
240	5.	9.	20.	39									
300	9.	19.	10.	49									
360	1.	29.	0.	59									

RÉVOLUT.		Jours.	Heur.
1		25.	10
2		50.	20
3		76.	6
4		101.	16
5		127.	2
6		152.	12
7		177.	22
8		203.	8
9		228.	18
10		254.	4
20		508.	8
30		762.	12
40		1016.	16
50		1270.	20
60		1525.	0
70		1779.	4
80		2033.	8
90		2287.	12
100		2541.	16

RÉVOLUT. Jours. Heur.

1	25.	10
2	50.	20
3	76.	6
4	101.	16
5	127.	2
6	152.	12
7	177.	22
8	203.	8
9	228.	18
10	254.	4
20	508.	8
30	762.	12
40	1016.	16
50	1270.	20
60	1525.	0
70	1779.	4
80	2033.	8
90	2287.	12
100	2541.	16

TABLE du mouvement des Taches, en supposant la rotation  
de  $25^j 14^h 5' 22''$ , ou  $25^j 58706$ .

JOURS.	MOUVEMENT.	H. M. S.	D. M. S. M. S. T. S. T.	ANNÉES	MOUVEMENT.
	<i>Sig. Deg. Min. Sec.</i>				<i>Sig. Deg. Min. Sec.</i>
1	0. 14. 4. 11	1	0. 35. 10	1.C	3. 5. 24. 36
2	0. 28. 8. 21	2	1. 10. 21	2.C	6. 10. 59. 13
3	1. 12. 12. 32	3	1. 45. 31	3.C	9. 16. 13. 49
4	1. 26. 16. 42	4	2. 20. 42	4.B	1. 5. 42. 36
5	2. 10. 20. 53	5	2. 55. 52	8.B	2. 11. 25. 12
6	2. 24. 25. 4	6	3. 31. 3	16.B	4. 22. 50. 24
7	3. 8. 29. 14	7	4. 6. 13	32.B	9. 15. 40. 48
8	3. 22. 33. 25	8	4. 31. 24	64.B	7. 1. 21. 36
9	4. 6. 37. 36	9	5. 16. 34	100.B	5. 22. 45. 0
10	4. 20. 41. 46	10	5. 51. 45		
11	5. 4. 45. 57	11	6. 26. 55	RÉVOL.	<i>Jours. H. M. S.</i>
12	5. 18. 50. 7	12	7. 2. 5	1	25. 14. 5. 22
13	6. 2. 54. 18	13	7. 37. 16	2	51. 4. 10. 44
14	6. 16. 58. 28	14	8. 12. 26	3	76. 18. 16. 6
15	7. 1. 2. 39	15	8. 47. 37	4	102. 8. 21. 28
16	7. 15. 6. 50	16	9. 22. 47	5	127. 22. 26. 50
17	7. 29. 11. 1	17	9. 57. 58	6	153. 12. 32. 12
18	8. 13. 15. 11	18	10. 33. 8	7	179. 2. 37. 34
19	8. 27. 19. 22	19	11. 8. 18	8	204. 16. 42. 56
20	9. 11. 23. 32	20	11. 43. 29	9	230. 6. 48. 18
21	9. 25. 27. 43	21	12. 18. 39	10	255. 20. 53. 40
22	10. 9. 31. 54	22	12. 53. 50	20	511. 17. 47. 20
23	10. 23. 36. 4	23	13. 29. 0	30	767. 14. 41. 0
24	11. 7. 40. 15	24	14. 4. 11	40	1023. 11. 34. 40
25	11. 21. 44. 25	30	17. 35. 14	50	1279. 8. 28. 20
26	0. 5. 48. 56	40	23. 26. 58	60	1535. 5. 22. 0
27	0. 19. 52. 47	50	29. 18. 43	70	1791. 2. 15. 50
28	1. 3. 56. 57	60	35. 10. 27	80	2046. 23. 9. 20
29	1. 18. 1. 8			90	2302. 20. 3. 0
30	2. 2. 5. 19			100	2558. 16. 56. 40
60	4. 4. 10. 37				
120	8. 8. 21. 14				
180	0. 12. 31. 52				
240	4. 16. 42. 29				
300	8. 20. 53. 6				
360	0. 25. 3. 43				

La méthode la plus exacte pour trouver la révolution d'une tache, telle que je l'ai expliquée ci-dessus, donne la révolution périodique ou absolue; mais la révolution synodique, par rapport à la Terre ou le retour à la conjonction, qui surpasse la première de  $45^h 37' 28''$  selon moi, peut s'en déduire en cherchant la différence des deux par cette proportion :  $360^d$  plus le mouvement moyen du Soleil, dans l'espace d'une révolution synodique à peu-près connue, sont à  $360$  degrés, comme cette révolution synodique est à la révolution périodique correspondante : la quantité dont elle diffère de la première, est marquée dans la Table suivante pour différentes valeurs de la révolution synodique ou du retour des taches.

RETOURS des TACHES.	QUANTITÉS à ôter pour avoir la durée de la ROTATION.	DIFFÉR.
27 <sup>i</sup> 0 <sup>h</sup>	1 <sup>i</sup> 20 <sup>h</sup> 36' 18"	24' 0"
27. 3	1. 21. 0. 18	24. 5
27. 6	1. 21. 24. 23	24. 10
27. 9	1. 21. 48. 33	24. 16
27. 12	1. 22. 12. 49	24. 21
27. 15	1. 22. 37. 10	24. 28
27. 18	1. 23. 1. 38	24. 35
27. 21	1. 23. 26. 13	24. 41
28. 0	1. 23. 50. 54	

L'on pourra réduire, par le moyen de cette Table, les révolutions synodiques des taches trouvées par différens Auteurs, ou déduites de différentes comparaisons de leurs passages par le milieu du Soleil, à des révolutions périodiques moyennes ou durées de rotation, les seules qui soient constantes, & qu'on doive employer dans des comparaisons exactes.

Les Taches  
font  
adhérentes  
au Soleil.

J'AI SUPPOSÉ jusqu'ici les taches adhérentes à la surface du Soleil, & je ne vois aucune espèce de vraisemblance dans une autre supposition : M. J. A. Euler le fils, dans les *Mémoires de Pétersbourg*, tome XII; & M. Bernoulli dans son *Recueil pour les Astronomes*, 1771, tome I, page 215, observent qu'en prenant quatre observations au lieu de trois, on pourra, par diverses suppositions, reconnoître si la sphère des taches & le rayon du globe qui les renferme, sont exactement les mêmes que ceux du Soleil; mais on a vu, par ce qui précède, que les observations s'accordent, autant que leur imperfection le comporte, avec la supposition de l'adhérence à la surface du Soleil, & il faudroit que la différence fût bien sensible pour qu'on pût s'en apercevoir à une si grande distance. Si les taches étoient à quelque distance du Soleil, la force centrifuge empêcheroit qu'elles ne pussent se maintenir sur le même parallèle, la direction de la ligne tangente à chaque parallèle allant toujours rencontrer le plan de l'Équateur, les taches s'en approcheroient sans cesse; elles ne pourroient pas tourner dans les petits cercles qui sont parallèles à l'Équateur.

Si les taches n'étoient pas à la surface du Soleil, les observations faites vers les extrémités, donneroient toujours un mouvement plus grand que les autres; l'arc visible seroit sensiblement plus court que l'arc invisible, & plus court que suivant les règles & les formules que j'ai données ci-dessus, ce qui ne s'observe point : le cas où l'on eût pu le mieux s'en apercevoir, est celui où de grandes taches ont été vues sur le limbe même du Soleil, y formant une espèce d'échancrure; & s'il y avoit quelque apparence dans cette distance des taches à la surface du Soleil, on ne pourroit espérer de la déterminer que quand il se présentera des circonstances pareilles : mais il y a si long-temps qu'on a négligé les taches du Soleil, que j'ai cru devoir faire mes efforts pour rappeler l'attention des Astronomes vers cette partie, & les engager à profiter des circonstances qui se présenteront pour fixer nos incertitudes dans cette partie.

*De la nature des Taches du Soleil.*

Les observations contenues dans ce Mémoire, amènent essentiellement des réflexions sur les hypothèses que l'on a faites pour la cause physique des taches du Soleil. On crut d'abord qu'elles n'étoient qu'une écume surnageant à la surface du fluide aqueux : il semble qu'on avoit encore cette idée en 1719, après avoir vu un grand nombre de taches qui paroissent ne tenir à rien de fixe ou d'immobile dans ce grand corps (*Histoire de l'Académie de 1719, page 76*). La première objection qui se présente contre cette idée, vient de ce que les taches ont un mouvement régulier, & ne changent pas de place pendant la durée de leur apparition, & même, à ce qu'il paroît actuellement, pendant plusieurs années.

J'ai donc pensé que les taches étoient plutôt les éminences d'un noyau solide, découvertes & recouvertes alternativement par le flux & le reflux de la matière ignée où elles sont presque toujours plongées, & je proposai cette hypothèse dans mon ASTRONOMIE, quoique je ne pusse pas encore la prouver comme aujourd'hui. Les nébulosités qui environnent les taches & qui ressemblent à des bancs de sable, présentent l'idée d'un bas-fond, qu'on aperçoit à l'endroit où la matière fluide a moins de profondeur.

Pour donner plus de vraisemblance à cette hypothèse, il falloit retrouver dans différentes années une tache qui eût exactement la même déclinaison solaire; mais on s'en étoit trop peu occupé jusqu'à présent pour que ces retours eussent pu être constatés.

Je ne dissimulerai pas une objection qui s'est présentée à moi dans le cours de mes observations. Le 10 Juin 1777, une grosse & belle tache qui paroissoit depuis le 4, diminueoit de largeur & paroissoit se diviser, comme si la matière fluide eût gagné le sommet, cependant le même jour il s'en étoit formé trois petites fort près de la nébulosité de la grande tache, ce qui supposeroit que la matière fluide s'est abaissée

dans cette région du Soleil : or elle ne peut pas s'élever & s'abaisser en même temps dans la même partie ; mais ne pourroit-on pas supposer que ce fluide a de la viscosité, & qu'il ne prend pas tout de suite son niveau dans toutes les parties ?

M. de Buffon regarde le feu du Soleil comme causé ou entretenu par le mouvement rapide & continu des Planètes & des Comètes autour de son globe : dans cette hypothèse, les taches seroient occasionnées par le refroidissement de quelques parties de sa surface, ou le ralentissement causé dans le mouvement de ces parties lorsque les Planètes ou les Comètes agissent en plus grand nombre sur d'autres parties. Dans des fourneaux de fer fondu, tout ce qui ralentit le feu, une seule bûche de bois vert, suffit pour occasionner des scories ou des taches dans la matière en fusion.

M. Derham a supposé que les taches étoient des volumes immenses de fumée, produits par des volcans ou éruptions de feu, qui éclatent à la surface du Soleil (*Transactions philosophiques*, n.<sup>o</sup> 330, page 270). Cette hypothèse paroît avoir été adoptée par M. le Professeur Winthrop (*Cogitata de Cometis*, p. 25), & par M. Oliver (*Essai sur les Comètes*, Amsterdam, 1777, p. 23 & 48) ; mais la durée & la fixité des taches me paroissent écarter encore cette hypothèse.

Hypothèse  
de M. Wilson.

Enfin M. Wilson, Professeur d'Astronomie à Glasgow, a proposé une nouvelle hypothèse dans les *Transactions philosophiques* de 1774, vol. LXIV, part. 1, p. 7 & suiv.) ; c'est la Pièce qui avoit remporté le Prix de l'Académie de Copenhague en 1771. Le 24 Novembre 1769, regardant le Soleil avec un bon télescope de 26 pouces de foyer, qui grossissoit cent douze fois, il vit une tache qui, en approchant du bord du Soleil, avoit entièrement perdu à la partie opposée la nébulosité ou l'atmosphère dont elle étoit environnée les jours précédens : le 11 Décembre, il vit cette tache reparoître à l'autre bord du Soleil, & la nébulosité ne paroissoit pas encore du côté qui regardoit le centre du Soleil. Il assure avoir fait plus de quarante observations



semblables, & il lui paroît qu'en général lorsque la tache est environ à une minute du bord du Soleil, plus ou moins, le même phénomène a lieu.

Cette observation a fait croire à M. Wilson, que les taches du Soleil étoient de vastes gouffres, formés dans la matière lumineuse du Soleil par des vapeurs élastiques, émanées de l'intérieur du globe solaire, & qui écartent rapidement cette espèce d'atmosphère ou de brouillard dense, épais & lumineux, qui recouvre le corps noir & opaque du Soleil. Le noyau d'une tache seroit ainsi le fond de la cavité; l'atmosphère seroit le courant incliné de matière qui coule de tous côtés pour remplir la cavité, mais que nous ne voyons pas d'un côté, lorsque la situation oblique de la tache fait que notre rayon visuel rase le bord tourné de notre côté: le calcul appliqué à cette supposition, donne pour la profondeur de ces cavités, une quantité égale au rayon de la Terre, ou la centième partie du demi-diamètre du Soleil.

Dans les *Mémoires de l'Académie* pour 1771, publiés en 1774, ainsi que dans les *Transactions* de 1774, on voit une figure des taches observées sur le Soleil, le 3 Juin 1769, par M. Messier, & il y en a une qui est dans le même cas que celle dont parle M. Wilson, ce qui semble constater encore le fait; d'ailleurs, on explique par-là comment les taches du Soleil se forment assez promptement & disparaissent très-lentement. L'auteur fait voir de même, qu'on explique très-bien toutes les circonstances des observations, faites par le P. Scheiner, & par M.<sup>rs</sup> Cassini, Maraldi & de la Hire.

Cependant, il faut convenir que ces observations sont si difficiles à faire, qu'on ne peut guère les regarder comme bien concluantes: quand une tache est très-près du bord du Soleil, elle est si étroite, qu'à peine peut-on apercevoir l'atmosphère, qui, par elle-même, est très-légère; la partie de cette atmosphère, qui est tournée vers le bord du Soleil, doit être encore plus étroite que la partie opposée, puisqu'elle est vue plus obliquement; dans ces cas-là, on a peine à distinguer la partie de cette nébulosité qui doit être la plus

apparente: comment peut-on être bien sûr que la partie opposée n'existe pas, & établir un système sur cette observation équivoque?

Le 2 Juin 1777, j'ai vu une grosse tache qui approchoit du bord occidental, il me sembloit que l'atmosphère étoit aussi peu sensible du côté du bord que du côté opposé. Le 22 Juillet 1777 & le 13 Janvier 1779, j'ai vu plus distinctement sur des taches qui alloient sortir, qu'il y avoit de la nébulosité des deux côtés.

Parini les observations imprimées, il y en a qui sont formellement contraires à cette hypothèse, & qui me persuadent que du moins le fait n'a pas toujours lieu. M. de la Hire observoit les 3 & 18 Juin 1703, des taches à 8 & à 20 secondes du bord du Soleil; & il dit précisément qu'il voyoit le nuage ou l'atmosphère obscure qui environnoit chaque tache (*Mémoires de l'Académie, année 1703, pages 122 & 123*), ce qui est contraire à l'observation de M. Willon. Le 30 Novembre 1676, M. de la Hire vit une tache qui n'étoit pas à une minute du bord du Soleil, ayant une nébulosité des deux côtés, suivant la figure qui est à la *planche IV* de l'*Histoire Céléste*, publiée par M. le Monnier.

M. Cassini dit aussi dans le *Journal des Savans* de 1684, que la tache du 5 Mai, qui étoit à moins d'une minute du bord, étoit dans une nébulosité qui représentoit une nacelle chargée de la tache. On lit dans l'*Histoire de l'Académie de 1720, page 96*, que la tache du mois de Décembre 1719, étoit si grosse, que quand elle arriva au bord occidental du Soleil, elle y fit une échancrure noire, au lieu que des taches plus petites disparoissent entièrement sur le bord du Soleil. On lit la même chose de celle du 3 Juin 1703 (*Mém. 1703, p. 122*): or si les taches étoient des cavités, & qu'elles fussent au-dessous du niveau de la surface du Soleil, on n'en verroit absolument rien sur le bord du Soleil.

Fig. 9. Soit *OT* le rayon visuel tangente au bord du Soleil en *T*; on voit qu'il passeroit sur la bouche du gouffre de la tache, sans que nous puissions en rien apercevoir, à moins qu'il ne

fût assez vaste pour que le sinus verse de l'arc qu'il occupe devînt sensible, ce qui ne sauroit être.

Supposons une tache qui ait 40 secondes de diamètre, il y en a peu d'aussi grandes, son diamètre occupe tout au plus 1<sup>d</sup> 12', dont le sinus verse est 0,00022; cela ne fait qu'un cinquième de seconde, quantité absolument insensible dans les observations.

Voici encore des observations qui militent un peu contre la nouvelle hypothèse de M. Wilson. Le 20 Août 1775, le ciel s'étant éclairci, je vis trois taches assez belles, qui n'y avoient pas paru le 18, quoiqu'elles fussent déjà très-avancées; le lendemain 21, il y en avoit une quatrième; mais le 23, il n'y en avoit plus que deux, & il y en avoit deux qui s'étoient effacées: or, si les taches étoient des cavités, elles seroient plus long-temps à se remplir à proportion qu'elles seroient plus larges: les taches ne disparoîtroient pas d'un jour à l'autre, tandis qu'il y en a qui paroissent pendant douze jours, sans être plus considérables que celles qu'on voit ainsi s'évanouir. On pourroit dire que celles qui disparoissent étoient moins profondes; mais dans ce cas, elles auroient moins d'atmosphère: c'est ce que les observations ne prouvent pas, mais que peut-être on pourra constater par la suite.

Le 3 Juin 1777, il y avoit au milieu du Soleil une grosse tache, environnée d'une grande nébulosité, dans laquelle étoit renfermée une autre tache noire & petite, séparée de la grande; la nébulosité ne se dirigeoit pas vers la petite; elle étoit arrondie également tout autour de l'assemblage des deux taches: cette forme exclut l'idée d'un courant qui seroit nécessairement dirigé vers chacune de ces deux cavités, à proportion de leur grandeur & de leur figure.

Le 10 Juin 1777, une autre tache fort grosse, environnée d'une large nébulosité, s'étoit presque divisée; la partie septentrionale étoit devenue fort mince, & la nébulosité n'avoit changé ni de forme, ni de grandeur, elle auroit dû être moins large autour d'un gouffre déjà à moitié plein.

Mais ce qui me paroît absolument incompatible avec

l'hypothèse de M. Wilson, ce sont ces grandes nébulosités éparées, dans lesquelles il y a très-peu de taches noires, telles que je les ai observées plusieurs fois, & sur-tout le 12 Juin & le 24 Septembre 1778.

Le 28 Juin 1777, il y avoit une immense nébulosité, dans laquelle étoient dispersés quatre à cinq noyaux, qui avoient augmenté depuis trois jours, sans que la nébulosité, qui étoit vers les noyaux, différât de celle qui étoit dans les autres parties. Le 24 Juillet 1777, il y avoit une très-grande nébulosité autour de deux taches fort petites. Le 2 Août, une tache qui étoit noire deux jours auparavant, avoit acquis une partie lumineuse dans le milieu, & cependant la nébulosité étoit toujours très-grande : cela prouve que la nébulosité n'est pas un courant déterminé par les noyaux, & relatif à ces mêmes noyaux.

M. Wilson lui-même a observé cinq fois un autre phénomène qui paroît également résister à son hypothèse; c'est une tache qui perd son ombre ou son atmosphère du côté où il se forme une autre tache, en sorte que dans l'intervalle des deux taches, il n'y a pas de nébulosité : si la matière couloit de toutes parts, on la verroit principalement dans l'intervalle étroit des deux taches, où elle auroit une double facilité pour se répandre. Au reste, ce phénomène avoit déjà été observé par le P. Scheiner (*page 210*) : il dit même qu'alors on voit dans l'intervalle des deux taches une facule plus brillante que le reste du Soleil.

Au contraire mon hypothèse représente assez bien ce phénomène : entre deux montagnes très-hautes, il y a une vallée profonde, & quand elle est remplie de fluide, on n'y doit pas voir le fond incliné comme là où la profondeur du fluide étant peu considérable, laisse entrevoir le fond; du moins c'est ainsi que je crois pouvoir expliquer, quant à présent, les ombres qui environnent les taches, & celles qui se convertissent en ombre ou en nébulosités : mais je ne vois aucun moyen, dans l'hypothèse de M. Wilson, d'expliquer ces longues traînées d'ombres & de facules, telles qu'*Hévélius*

en observa le 20 Juillet 1643, dont la longueur occupoit un tiers du Soleil, & dans lesquelles il n'y avoit point de taches. Il me semble donc que j'ai rendu assez probable mon hypothèse des éminences du noyau solaire : ce sont ces éminences que nous voyons sous la forme de taches lors du reflux de la matière ignée qui les recouvre communément.

*Du déplacement de notre Système solaire.*

Il me reste à dire un mot sur un effet de la rotation solaire, dont les Physiciens n'ont point encore parlé, mais qui sera peut-être un jour un phénomène bien remarquable dans la Cosmologie; c'est le mouvement de translation du Soleil & de tout notre système planétaire.

Le mouvement de rotation, considéré comme l'effet physique d'une cause quelconque, est produit par une impulsion communiquée hors du centre. Jean Bernoulli calcule pour chaque Planète le point où cette force doit avoir été appliquée, à proportion de la vitesse de la rotation (*Opera, t. IV, p. 283*); mais une force quelconque imprimée à un corps, & capable de le faire tourner autour de son centre, ne peut manquer aussi de déplacer le centre, & l'on ne sauroit concevoir l'un sans l'autre. Il paroît donc très-vraisemblable que le Soleil a un mouvement réel dans l'espace absolu; mais comme il entraîne nécessairement la Terre, de même que toutes les Planètes & les Comètes qui tournent autour de lui, nous ne pouvons nous apercevoir de ce mouvement, à moins que par la suite des siècles le Soleil ne soit arrivé sensiblement plus près des Étoiles qui sont vers une région du Ciel, que de celles qui sont opposées; alors les distances apparentes des Étoiles entr'elles auront augmenté d'un côté & diminué de l'autre; ce qui nous apprendra de quel côté se fait le mouvement de translation du système solaire: mais il n'y a pour ainsi-dire que quelques instans d'écoulés depuis que l'on observe; & la distance des

Étoiles est immense; il est donc assez naturel qu'on n'ait fait jusqu'ici aucune remarque à ce sujet (a).

*Arcturus* nous présente un indice bien marqué de ce déplacement progressif; car cette Étoile depuis un siècle n'a cessé d'avancer vers le Midi. M. le Monnier trouve le changement de  $4' 5''$  par siècle (*Mém. de l'Acad. 1769, p. 21*), & la parallaxe annuelle d'*Arcturus* n'étant pas d'une seconde, il s'ensuit que le déplacement réel de cette Étoile est de plus de quatre-vingts millions de lieues par année. Si nous ne voyons pas dans les autres Étoiles de pareils mouvemens, c'est que peut-être elles n'ont pas reçu l'impulsion primitive qui cause dans le Soleil le mouvement de rotation, & dans *Arcturus* le mouvement de translation.

Il peut se faire aussi que le Soleil & la plupart des Étoiles soient, avec leurs systèmes, dans une espèce d'équilibre entre tous les autres systèmes environnans; & dans ce cas, il n'y auroit qu'une circulation périodique du centre du Soleil autour du centre de gravité universel; mais il n'en seroit pas moins vrai que le Soleil doit avoir un mouvement de translation, qui nous est indiqué par son mouvement de rotation.

---

(a) Si les positions des Étoiles, observées par Hipparque il y a près de deux mille ans, avoient plus de précision, on pourroit commencer à voir si les différences de longitudes sont plus grandes d'un côté & plus

petites de l'autre que celles qui avoient lieu de son temps; mais un jour viendra où cette comparaison pourra nous apprendre quelque chose sur la question dont il s'agit.



# Taches du Soleil

Fig. 1.

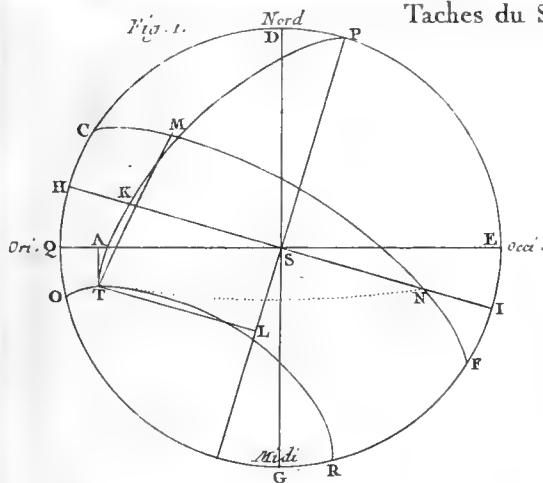


Fig. 2.

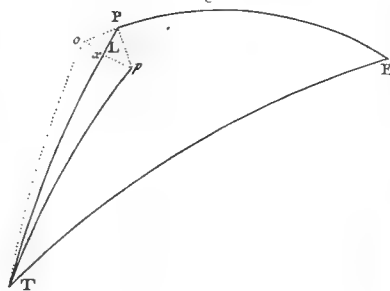


Fig. 6.

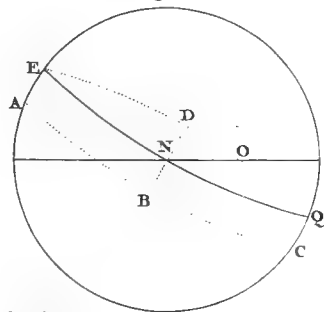


Fig. 3.

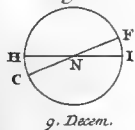


Fig. 5.

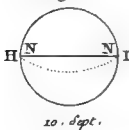


Fig. 5. N° 2.

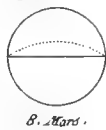


Fig. 4.

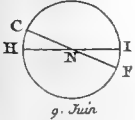


Fig. 7.

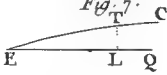


Fig. 9.

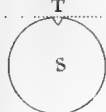
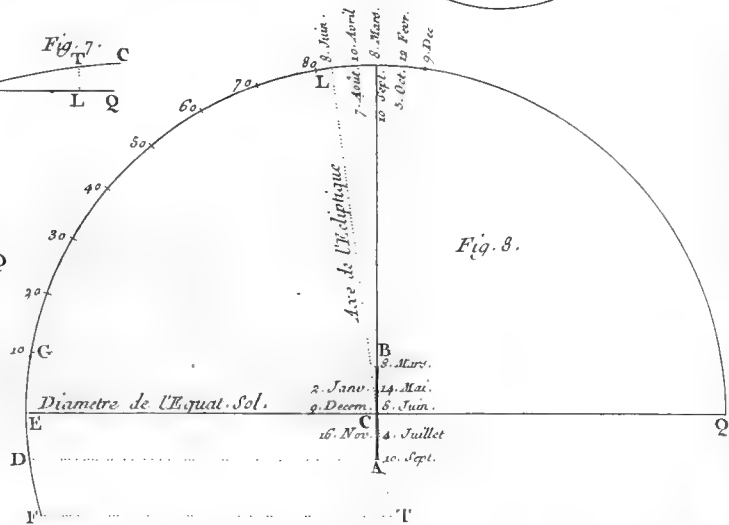
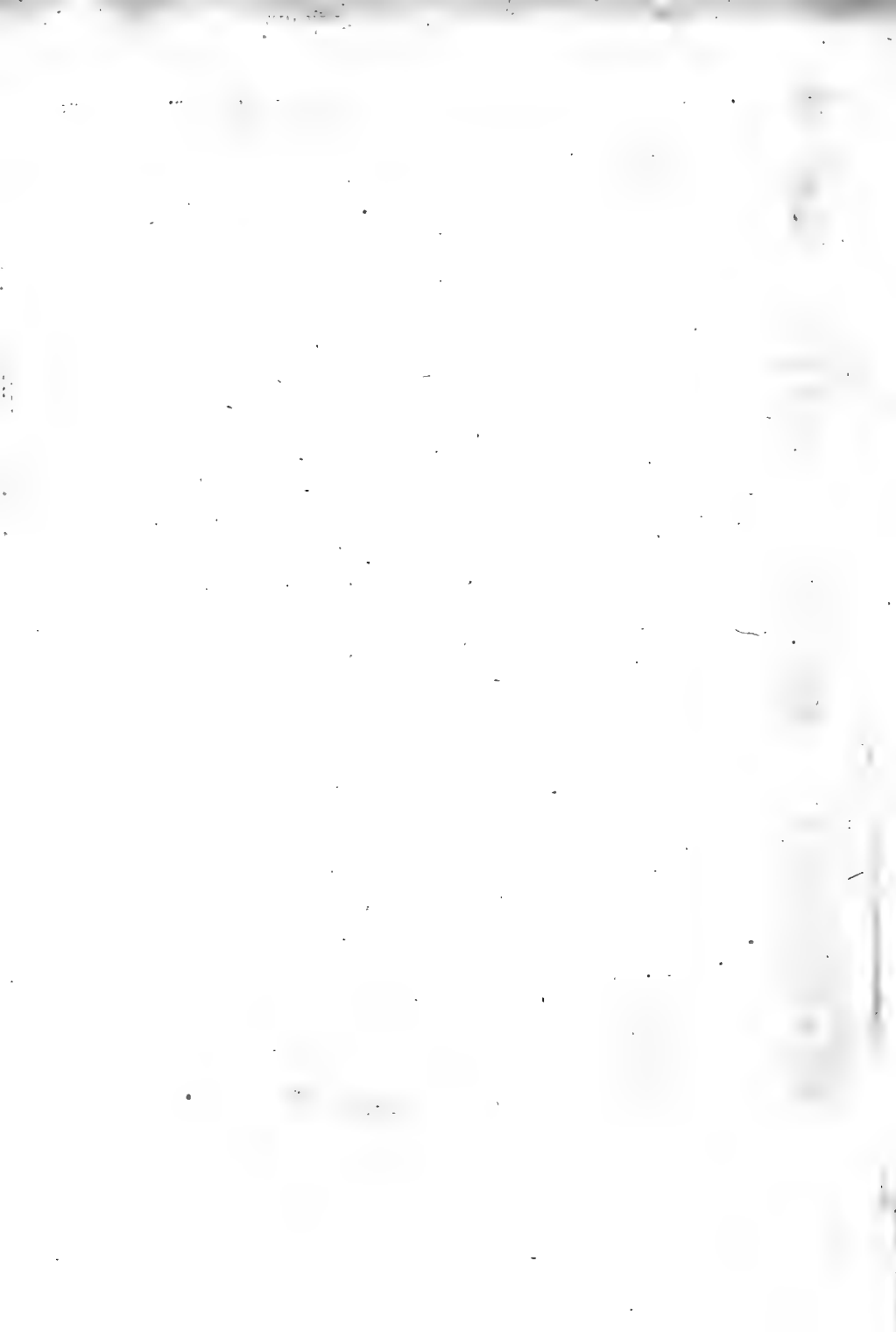


Fig. 8.







*M É M O I R E**SUR LA SITUATION RESPECTIVE**DES GROS VAISSEAUX DU CŒUR**ET DES POUMONS.*

Par M. SABATIER.

**L**ORSQU'ON fait attention à la quantité prodigieuse de vaisseaux de toute espèce qui entrent dans la composition de la machine animale , & à leurs entrelassemens multipliés , on a lieu d'être surpris que les liqueurs qu'ils contiennent les parcourent avec tant de facilité. La pression qu'ils exercent les uns sur les autres sembleroit devoir augmenter les obstacles que la petitesse du plus grand nombre , & leurs diverses inflexions apportent à la marche de ces liqueurs. Sans doute, les anastomoses qui les unissent , sont un des moyens dont la Nature se sert pour diminuer , & peut-être pour détruire entièrement les effets de la pression dont il s'agit , puisqu'elles sont si fréquentes entre les vaisseaux d'un petit diamètre , & dans les lieux où les engorgemens pourroient avoir les suites les plus fâcheuses. Les gros vaisseaux , & surtout ceux qui avoisinent le cœur & les poumons n'en offrent point ; mais leur situation respective paroît y suppléer ; elle est telle en effet , que malgré leur proximité & leurs adhésions , ils ne portent pas les uns sur les autres , & qu'ils présentent une voie libre aux torrens de sang qui les traversent. Le but du Mémoire que je sou mets à l'Académie , est d'exposer cette situation que les Auteurs n'ont pas décrite avec assez d'exactitude ; je parlerai successivement de celle des veines-caves , de l'artère pulmonaire , des veines du même nom , & de celle de l'aorte , le dernier des gros vaisseaux du cœur , dans l'ordre de la circulation ; après quoi je

15 Juin  
1776.

ferai quelques remarques sur la position de la trachée artère, & sur celle des bronches qui, quoiqu'elles ne renferment aucun liquide, doivent cependant être mises au nombre des vaisseaux des poumons.

Les veines-caves ramènent au cœur le sang que l'aorte avoit distribué à presque toutes les parties du corps; elles sont au nombre de deux, l'une supérieure ou descendante, l'autre inférieure ou ascendante, & s'ouvrent dans l'oreillette droite l'une au-dessus de l'autre. On a cru long-temps qu'elles ne faisoient qu'un tronc continu, dont la partie la plus large étoit attachée aux bords de l'oreillette, à peu-près comme si l'on avoit emporté les trois quarts de la circonférence d'un tuyau droit, & qu'on l'eût appliqué à l'ouverture d'une vessie. Vésale est un de ceux qui ont le plus accrédité cette erreur, & l'on peut s'en étonner, avec d'autant plus de raison, qu'il a fait représenter les veines-caves avec l'inclinaison qui leur est naturelle. Ce n'est que dans ces derniers temps que l'on a connu que les veines en question, étoient séparées par l'oreillette, dont les fibres sont en plus grande quantité & ont un arrangement différent de celles qui leur sont propres; mais leur direction n'a point excité l'attention des Anatomistes. Presque tous ont pensé qu'elles étoient placées sur la même ligne, de sorte que le sang qui revient par la supérieure pèse sur celui qui est amené par l'inférieure. Quelques-uns, en conséquence, ont admis à l'endroit de leur rencontre un tubercule autrefois décrit par Lower, dont l'usage est de briser les deux courans prêts à se heurter, & de les diriger vers l'embouchure de l'oreillette droite. On ne trouve à la place de ce tubercule, qu'une élévation médiocre formée par une substance charnue, & qui ne peut avoir l'usage qu'on lui attribue; mais sa présence est inutile, puisque les veines-caves sont inclinées de droite à gauche, & que le sang qu'elles contiennent se porte naturellement de ce dernier côté.

L'inclinaison dont je parle devient fort sensible, lorsqu'au lieu de les examiner seulement dans le trajet qu'elles parcourent

au-dedans du péricarde, on les suit, la supérieure jusqu'à l'endroit où elle est formée par la réunion des foveolaires, l'inférieure jusqu'à celui où elle sort du foie, & où elle traverse le diaphragme; on reconnoît alors que la première descend obliquement de haut en bas, & de droite à gauche, en formant une sorte de courbure dont la convexité est à droite, & que la seconde monte dans la même direction, & fait avec le bas de l'oreillette un angle rentrant du côté droit, & saillant du côté gauche.

Le sang de la veine-cave supérieure ne fait donc aucun effort contre celui que l'inférieure contient, & l'obliquité qui vient d'être décrite, donne à ce fluide la direction la plus favorable au mouvement par lequel il est continuellement entraîné vers les poumons; mais cette obliquité n'est pas la seule que présentent les veines-caves. La supérieure descend manifestement de derrière en devant, & l'inférieure monte de devant en arrière, de sorte que le sang de la première vient frapper la paroi inférieure & antérieure de l'oreillette droite, & que celui de la seconde exerce son action sur la paroi postérieure & supérieure de ce sac membraneux. Il est facile de concevoir que les choses doivent se passer ainsi, lorsqu'on se rappelle que la veine-cave supérieure est en quelque sorte poussée en avant par l'aorte & par les vaisseaux pulmonaires, au-devant desquels elle est située, & que l'inférieure reçoit fort près de son insertion à l'oreillette droite, les veines hépatiques qui viennent s'y rendre de bas en haut & de devant en arrière. Celle de ces veines qui est à droite, & dont la grosseur est presque égale à la sienne, doit principalement influencer sur le cours du sang qui la traverse, & le diriger de devant en arrière & de bas en haut. Cela est plus remarquable dans le fœtus & dans les sujets fort jeunes, que dans ceux qui sont un peu plus avancés en âge & dans les adultes, parce que le volume du foie, & sur-tout celui du lobe gauche de ce viscère, repousse le cœur de bas en haut, & lui fait faire une espèce de bascule

qui en relève la pointe: aussi avant la naissance tout le sang de la veine-cave inférieure passe-t-il de droite à gauche à travers le trou ovale, pendant que celui de la supérieure tombe en entier & sans mélange dans l'oreillette droite. Lorsque l'enfant a respiré, & après les premières années de la vie, l'effort du sang de l'oreillette gauche contre la valvule du trou ovale, l'expansion que prennent les poumons & qui oblige le diaphragme à descendre vers le bas-ventre, & la diminution successive du volume du foie, ramènent les choses à l'état où elles doivent rester, & forcent le sang de la veine-cave inférieure à se porter vers l'oreillette & le ventricule droit: néanmoins, il ne cesse jamais de heurter contre la paroi de l'oreillette à laquelle répondoit le trou ovale; & pour le plus souvent, il reste à la partie supérieure de la fosse ovale qui remplace ce trou, une ouverture d'une ou deux lignes de diamètre, au moyen de laquelle une petite partie du sang de la veine-cave inférieure passe immédiatement de droite à gauche, & va, sans avoir traversé les poumons, se mêler à celui que le ventricule de ce côté doit lancer dans l'aorte.

Le ventricule droit donne naissance au tronc de l'artère pulmonaire: ce tronc s'élève de la partie supérieure, postérieure & gauche; il monte de devant en arrière, & de droite à gauche, & décrit une arcade assez considérable, dont la convexité est à droite, en devant & en haut, & dont la concavité est à gauche, en arrière & en bas. Lorsqu'il a parcouru deux pouces de chemin, il se partage en deux grosses branches, qui sont les artères pulmonaires droite & gauche; la première plus grosse & plus longue, se porte presque transversalement derrière le tronc de l'aorte qui la cache en entier; la seconde moins grosse & plus courte, continue de monter dans la direction du tronc d'où elles tirent leur origine, & parallèlement au bord inférieur de la crosse de l'aorte. Toutes deux s'engagent dans les poumons, la droite plus bas, la gauche un peu plus haut, & s'y cour-

bent de haut en bas, de sorte que chacune d'elles forme une arcade particulière, de la convexité de laquelle s'élèvent quelques rameaux pour la partie supérieure de ces vilcères, mais qui en fournit beaucoup d'autres de sa concavité, & sur-tout de sa dernière extrémité, lesquels descendent vers leur partie moyenne & vers leur partie inférieure, que l'on fait offrir plus de volume que le reste de leur étendue. Les artères pulmonaires sont en quelque sorte cachées antérieurement, à leur entrée dans les poumons, par les veines qui leur répondent, & sur-tout par les supérieures.

Ces veines sont au nombre de quatre, deux appartiennent au poulmon droit, & deux au poulmon gauche; elles viennent se rendre dans un sac musculueux & membraneux, qui est connu du plus grand nombre des Anatomistes, sous le nom d'*oreillette gauche du cœur*, mais que quelques-uns appellent le *sinus des veines pulmonaires*, pour le distinguer d'une espèce d'appendice qui tient à la partie antérieure de ce sac, & qu'ils croyent être la seule partie qui mérite le nom d'*oreillette*. La différence apparente qui se remarque entre ses parois & celles de l'*oreillette droite*, aura sûrement donné lieu à cette distinction. En effet l'intérieur de l'*oreillette droite*, présente un grand nombre de colonnes charnues & saillantes, diversément inclinées les unes sur les autres, entre lesquelles se remarquent des enfoncemens de toute espèce, & dont la forme & les dimensions varient à l'infini, au lieu que la cavité connue sous le nom d'*oreillette gauche* n'a rien de semblable, que son épaisseur est la même par-tout, & que sa surface intérieure est lisse & sans élévation, excepté à l'endroit de son appendice; mais si l'on y fait attention, l'on observera la même chose à l'*oreillette droite*, & l'on verra que le lieu auquel répondent les veines-caves est également lisse & sans élévation, & que les colonnes charnues qui s'y rencontrent ne répondent qu'à la partie antérieure, de sorte que la même raison qui fait distinguer le sac musculueux qui tient à la base du ventricule gauche du cœur, en sinus des

veines pulmonaires & en oreillette gauche, devroit également faire distinguer celui qui communique avec le ventricule droit, en sinus des veines-caves & en oreillette droite, ainsi que l'ont fait Boërhaave, & quelques autres après lui.

La grosseur des veines pulmonaires droites est un peu plus considérable que celle des veines pulmonaires gauches ; on remarque aussi qu'elles sont plus longues, & qu'elles sortent de leur poumon un peu plus bas, ce qui dépend de la situation du cœur dont la partie droite est plus inclinée que la gauche, & ce qui les met à l'abri de la pression de l'aorte derrière le tronc de laquelle ces veines sont placées ; elles ne peuvent être aisément aperçues au-dedans du péricarde où elles sont cachées par la rencontre des deux veines-caves, ou si l'on veut, par le sinus au moyen duquel les veines-caves communiquent avec l'oreillette droite. Les veines pulmonaires gauches, au contraire, se montrent à nu au-dedans de ce sac où elles parcourent quelque chemin. De ces quatre veines, deux sont supérieures, & deux sont inférieures, une de chaque côté ; les supérieures beaucoup plus grosses, descendent de devant en arrière, & de dehors en dedans ; elles sont situées au-devant des artères pulmonaires dont elles croisent la direction. Les inférieures montent obliquement de derrière en devant, & de dehors en dedans aussi ; ces dernières sont situées derrière l'extrémité de l'arcade que forment les artères pulmonaires, & croisent pareillement leur direction ; d'où il résulte que ces artères sont en quelque sorte entre les unes & les autres, & que le sang qui coule dans les veines pulmonaires forme quatre courans, dont deux descendent de devant en arrière, & deux montent de derrière en devant, sans jamais se nuire.

L'aorte à laquelle ce sang est transmis par le ventricule gauche, s'élève de la partie supérieure, antérieure & droite de ce ventricule ; elle monte d'abord de gauche à droite, & de derrière en devant à contre-sens de l'artère pulmonaire, après quoi elle se porte de droite à gauche, & de devant en arrière,

Lorsqu'elle

Lorsqu'elle est parvenue au niveau de la troisième vertèbre du dos, elle continue à descendre dans la même direction jusqu'à la partie gauche du corps de la cinquième; la courbure qu'elle décrit dans ce long trajet, est ce qu'on appelle la *croisse de l'aorte*. La convexité de cette courbure se présente d'abord en devant & à droite, puis en haut, & sa concavité en arrière & à gauche, puis en bas. Cette dernière reçoit l'artère pulmonaire droite, la trachée artère au-delà de laquelle se trouve l'œsophage, & la bronche gauche, lesquelles y doivent être à l'abri de toute espèce de compression. Personne n'ignore en effet qu'un tuyau flexible & tortueux que l'on remplit subitement & avec force, tend à s'allonger, & que s'il est courbé de manière à ne pouvoir se redresser en entier, il décrit un arc plus grand qu'à l'ordinaire; il ne peut donc comprimer les corps qu'il embrasse. Or, telle est la disposition de l'aorte relativement aux parties qui sont logées dans la concavité que présente la croisse, & en cela, on ne peut trop admirer la sagesse de la Nature, qui devant rassembler dans un espace peu étendu, & placer les uns près des autres des vaisseaux aussi considérables, & dont les fonctions sont si importantes pour la conservation de la vie, les a rangés de la manière la plus favorable à l'exercice de ces fonctions.

Le lieu où la croisse de l'aorte finit, & où cette artère vient s'appliquer à la cinquième vertèbre du dos, pour descendre le long des autres vertèbres de cette classe, m'a offert une particularité qui mérite d'être rapportée. J'ai vu que la colonne de l'épine étoit, pour ainsi dire, enfoncée en cet endroit, & qu'elle y formoit une sorte de courbure, dont la concavité étoit à gauche, & dont la convexité regardoit la cavité droite de la poitrine. Cette courbure est plus ou moins sensible, & plus ou moins étendue; je l'ai trouvée très-marquée en quelques sujets dont le reste de la charpente osseuse étoit parfaitement constitué, & qui étoient d'une taille fort au-dessus de la médiocre, pendant qu'en d'autres, il n'y avoit qu'une sorte d'aplatissement que j'aurois

cu peine à reconnoître , si je n'eusse été prévenu : elle commence dès la troisième vertèbre du dos , & ne finit que vers la huitième ou la neuvième : souvent aussi , elle intéresse un moins grand nombre de ces os. On ne peut douter qu'elle ne soit l'effet de l'action de l'aorte sur les vertèbres qu'elle déjette ou qu'elle aplatit , soit que cette artère exerce une véritable pression sur elles , ou , ce qui est bien plus vraisemblable , qu'elle les empêche de croître du côté qui lui répond ; mais la courbure dont il s'agit n'a pas toujours lieu ; je dois même dire que j'ai rencontré beaucoup de sujets en qui je n'en voyois pas la moindre apparence , & dont les vertèbres n'avoient souffert ni déplacement , ni changement de forme dans leur corps. Peut-être , cela n'arrive-t-il qu'à ceux qui ont été foibles & délicats pendant les premières années de leur vie. Du reste , si , comme je l'ai très-souvent observé , la plupart des rachitiques en qui l'épine a perdu sa rectitude , ont cette colonne contournée à la partie supérieure , de manière que sa convexité se trouve à droite , & que la gibbosité qui en résulte soit de ce côté , l'observation que je viens de rapporter en fournira une explication bien naturelle , puisque la maladie qui altère la solidité de leurs os , doit plutôt disposer la colonne vertébrale à se courber dans le sens où elle a déjà commencé à le faire , que dans tout autre.

La trachée artère , dont il me reste à parler , parvenue à la partie inférieure du cou , s'engage dans le tissu cellulaire de la partie postérieure du médiastin , & descend le long de la partie supérieure & moyenne de la poitrine , jusque vis-à-vis la sixième vertèbre du dos : sa direction est sensiblement oblique de gauche à droite , dans toute sa longueur , & sur-tout à sa dernière extrémité , disposition qui la rapproche du lieu où l'aorte fait le plus de saillie en devant , & qui la met à l'abri de la compression que cette artère pourroit exercer sur elle. Cependant , il m'est plusieurs fois arrivé de la trouver légèrement aplatie , un peu au-dessus de sa bifurcation. Les branches qu'elle produit ne commencent à s'écarter l'une



de l'autre , qu'au niveau du bord inférieur de la crosse de l'aorte ; elles vont chacune gagner le poumon de son côté : celle qui est à gauche , plus longue & plus étroite , s'y porte avec une obliquité médiocre & telle que l'on pourroit dire que sa situation approche de la transversale ; elle passe à travers la partie gauche de l'arcade que forme la crosse de l'aorte. Pour l'ordinaire , on la trouve légèrement courbée de devant en arrière à sa première origine , sans doute pour faire place à l'œsophage qui la croise postérieurement : celle qui est à droite , plus courte & plus large , descend avec beaucoup moins d'obliquité ; sa direction , semblable à celle du tronc qui leur donne naissance , feroit croire qu'elle est la continuation de ce tronc , pendant que celle qui va au poumon gauche n'en est qu'une branche ; elle se porte en même-temps plus en arrière que l'autre , & laisse par ce moyen un passage libre à l'artère pulmonaire qui se trouve entr'elle & la crosse de l'aorte. La première pénètre la substance du poumon gauche , plus haut que la seconde ne s'insinue au-dedans du poumon droit , de sorte que la racine de tous les vaisseaux pulmonaires gauches est plus élevée que celle des mêmes vaisseaux du côté droit ; lorsqu'elles sont arrivées au-dedans de ces viscères , elles s'engagent toutes deux dans l'arcade que j'ai dit être formée par chacune des artères pulmonaires , lesquelles ne peuvent pas plus les comprimer , & gêner l'entrée & la sortie de l'air dans les poumons , que celle qui est faite par l'aorte , ne peut comprimer la bronche gauche & l'artère pulmonaire droite qui en sont pareillement embrassées ; après quoi elles se partagent en une infinité de ramifications qui se répandent dans toutes les parties de la substance des poumons.

Il seroit aussi curieux qu'utile de connoître quelle est leur marche au-dedans de ces viscères , & sur-tout , quel en est le rapport avec celle de l'artère & des veines pulmonaires. Quelques-uns , frappés par une fausse analogie , ont cru qu'elles les accompagnoient par-tout , comme l'artère hépatique & le pore biliaire accompagnent la veine-porte dans

l'intérieur du foie, Willis a même assigné la disposition que ces vaisseaux observent entr'eux. Selon lui, les ramifications qui appartiennent aux bronches sont au milieu, celles des veines sont au-dessus, & celles des artères au-dessous. Le célèbre Morgagny, prié autrefois par Michelotti, de s'assurer s'il y avoit quelque chose de constant à ce sujet, a trouvé de la variété, non-seulement, entre le poumon droit & le poumon gauche, mais encore entre la partie supérieure, moyenne & inférieure du poumon du même côté. Mes observations m'ont confirmé la même chose : elles m'ont appris de plus, qu'il n'est peut-être aucune partie dans la machine animale, dont la structure intérieure soit moins connue & plus difficile à développer que celle des poumons.



*SUITE DES RECHERCHES  
SUR PLUSIEURS POINTS  
DU SYSTÈME DU MONDE.*

Par M. DE LA PLACE.

XXXV.

*Sur les Oscillations de l'atmosphère.*

**L**E fluide qui forme notre atmosphère est élastique, & sa densité varie suivant une fonction de la pression & de la chaleur; celle-ci n'est pas constante pour un point donné de l'atmosphère; comme elle est principalement occasionnée par la présence du Soleil, elle change à chaque instant du jour, par le mouvement de rotation de la Terre qui présente successivement à cet Astre les différens points de la surface, & à chaque jour de l'année, par l'inclinaison de l'écliptique sur l'Équateur, qui rend inégale la durée des différens jours, & qui augmente ou diminue les hauteurs méridiennes du Soleil. On voit aisément que les variations de la chaleur, qui résultent de ces différentes causes, doivent exciter dans l'atmosphère des oscillations qu'il paroît impossible de soumettre au calcul, parce que la loi de ces variations, suivant les différentes latitudes & les différentes hauteurs de l'air au-dessus de la surface de la Terre, n'a pas encore été suffisamment déterminée; d'ailleurs un si grand nombre de circonstances influent sur ces variations, que dans le cas même où l'on auroit toutes les données nécessaires pour résoudre ce Problème, on rencontreroit vraisemblablement du côté de l'analyse, des difficultés insurmontables. Dans cette impossibilité d'assujettir à un calcul rigoureux les oscillations de l'atmosphère, il ne nous reste qu'à faire sur son état, les suppositions les plus approchantes de la Nature, & qui soient en même

Remis  
le 25 Déc.  
1778.

temps susceptibles d'être traitées par les méthodes que nous offre l'analyse ; or dans le nombre infini de ces hypothèses, la plus naturelle, & tout-à-la-fois la plus simple, est celle dans laquelle on suppose à tous les points de l'atmosphère, un même degré de chaleur toujours constant & égal au milieu arithmétique de tous les degrés de chaleur que la masse entière de l'air éprouve à chaque instant ; j'adopterai conséquemment cette supposition dans les recherches suivantes : je suis bien éloigné de la regarder comme exacte ; mais elle suffit pour donner une idée approchée du genre d'oscillations que l'action du Soleil & de la Lune peut exciter dans l'atmosphère. Je supposerai de plus qu'à un degré de chaleur constant, la densité de l'air est proportionnelle à la force comprimante, ce qui est vrai à très-peu-près, sur-tout lorsque les variations de densité sont fort petites ; il en résulte qu'à la rigueur, la hauteur de l'atmosphère est très-grande, & même infinie par rapport au rayon de la Terre ; mais il est facile de s'assurer qu'en partant de cette loi sur la variation de la densité de l'air, ce fluide est excessivement rare à la hauteur d'un petit nombre de lieues au-dessus de la surface de la Terre ; en sorte que dans la recherche de ses oscillations, on peut sans craindre aucune erreur sensible, négliger son action au-dessus d'une médiocre hauteur.

Il résulte des calculs suivans, que l'action du Soleil & de la Lune, n'excite dans l'atmosphère que des mouvemens périodiques analogues à ceux de la mer, mais trop foibles pour pouvoir être observés ; d'où il suit que le mouvement constant de l'air d'orient en occident, que l'on observe dans la Zone torride, sous le nom de *Vents alisés*, n'est point occasionné par les attractions de ces deux Astres ; l'effet le plus sensible qu'elles produisent, est une légère variation dans la hauteur du Baromètre ; cette variation est d'environ un quart de ligne à l'Équateur ou elle est à son *maximum* ; mais elle peut être beaucoup augmentée par les circonstances locales, telles que de hautes montagnes qui en resserrant l'atmosphère en rendroient sensibles au Baromètre, les plus petites oscil-

lations. Une chose digne de remarque, est que dans les suppositions les plus vraisemblables sur la profondeur de la mer, la marche des variations du Baromètre à l'Équateur, est contraire à celle des marées, c'est-à-dire, que l'instant de la haute mer est celui de la plus grande dépression du mercure, & réciproquement: Comme il est très-intéressant de s'assurer de l'existence & de la loi de ces variations, je finis par exposer une méthode fort simple pour cet objet, & par inviter les Observateurs à suivre d'une manière particulière un phénomène aussi curieux.

Considérons une molécule de l'atmosphère, dont à l'origine du mouvement,  $\delta^1$  soit la densité;  $s + s^1$  le rayon mené du centre de la Terre à cette molécule;  $s$  représentant la partie de ce rayon qui va du centre de la Terre à la surface de la mer considérée dans l'état d'équilibre; &  $s^1$  représentant l'autre partie comprise entre cette surface & la molécule; soit  $\theta$  l'angle formé par ce rayon & par l'axe de rotation du sphéroïde terrestre;  $\varpi$  la longitude de la molécule par rapport à un méridien fixe, ou qui ne participe point au mouvement de rotation de la Terre; supposons qu'après le temps  $t$ ,  $\delta^1$  se change en  $\delta^1 (1 + a\rho)$ ;  $s$  en  $s + ar$ ;  $s^1$  en  $s^1 + ar^1$ ;  $\theta$  en  $\theta + au^1$ ; &  $\varpi$  en  $\varpi + nt + av^1$ ,  $nt$  représentant le mouvement de rotation de la Terre, &  $a$  étant un coefficient extrêmement petit; cela posé, imaginons que la molécule atmosphérique est un petit prisme rectangle dont les trois dimensions sont,  $\partial s^1 \cdot [1 + a(\frac{\partial r^1}{\partial s^1})]$ ,  $(s + s^1 + ar + ar^1) \cdot \partial \theta \cdot [1 + a(\frac{\partial u^1}{\partial \theta})]$ , &  $(s + s^1 + ar + ar^1) \cdot \partial \varpi \cdot \sin(\theta + au^1) \cdot [1 + a(\frac{\partial v^1}{\partial \varpi})]$ ; la solidité de ce prisme sera, en négligeant les quantités de l'ordre  $a^2$ ,

$$\delta^1 \cdot \partial s^1 \cdot \partial \theta \cdot \partial \varpi.$$

$$\times \sin. \theta \cdot \left\{ (s + s^1)^2 \cdot [1 + a(\frac{\partial r^1}{\partial s^1}) + a(\frac{\partial u^1}{\partial \theta}) + a(\frac{\partial v^1}{\partial \varpi}) + au^1 \cdot \frac{\cos. \theta}{\sin. \theta} + a\rho] \right. \\ \left. + 2a(s + s^1) \cdot (r + r^1) \right\}$$

Dans l'instant suivant, ce prisme se changera dans un solide d'une autre figure; mais il est aisé de s'assurer qu'en calculant la masse de ce nouveau solide, comme s'il étoit un prisme rectangle, on ne négligera que des quantités infiniment petites du second ordre, par rapport à celles que l'on considère; on peut donc supposer nulle la différentielle de la quantité précédente, prise en ne faisant varier que le temps  $t$ , ce qui demande que l'on ait

$$(s + s')^2 \cdot \sin. \theta \cdot \left[ 1 + \alpha \left( \frac{\partial r'}{\partial s'} \right) + \alpha \left( \frac{\partial u'}{\partial \theta} \right) + \alpha \left( \frac{\partial v'}{\partial \varpi} \right) + \alpha u' \cdot \frac{\cos. \theta}{\sin. \theta} + \alpha \rho \right]$$

+  $2\alpha(s + s') \cdot (r + r') \cdot \sin. \theta = \varphi \cdot (s + s', \theta, \varpi)$   
 $\varphi(s + s', \theta, \varpi)$  étant une fonction indépendante du temps  $t$ ; or on a à l'origine du mouvement,  $r = 0$ ,  $r' = 0$ ,  $u' = 0$ , &  $v' = 0$ ; donc

$$\varphi(s + s', \theta, \varpi) = (s + s')^2 \cdot \sin. \theta;$$

on aura ainsi

$$0 = \left( \frac{\partial r'}{\partial s'} \right) + \left( \frac{\partial u'}{\partial \theta} \right) + \left( \frac{\partial v'}{\partial \varpi} \right) + u' \cdot \frac{\cos. \theta}{\sin. \theta} + \rho + \frac{r + r'}{s + s'},$$

& comme  $r$  &  $r'$  peuvent être négligées relativement à  $u'$ , par des considérations analogues à celles de l'*Art. de IV*, on aura

$$0 = \left( \frac{\partial r'}{\partial s'} \right) + \left( \frac{\partial u'}{\partial \theta} \right) + \left( \frac{\partial v'}{\partial \varpi} \right) + u' \cdot \frac{\cos. \theta}{\sin. \theta} + \alpha \rho; \quad (1')$$

équation qui, pour les fluides élastiques, répond à l'équation (1) de l'*article II*, relative aux fluides incompressibles.

Il est aisé de voir que l'équation (3) de l'*article IV* aura encore lieu pour le cas que nous discutons ici, pourvu que l'on y change  $s$  en  $s + s'$ ,  $\partial s$  en  $\partial s'$ ,  $\partial$  en  $\partial'$  ( $1 + \alpha \rho$ ),  $u$  en  $u'$ , &  $v$  en  $v'$ ; on aura ainsi

$$\left. \begin{aligned} & \alpha(s + s')^2 \partial \theta \cdot \left\{ \left( \frac{\partial \partial u'}{\partial t^2} \right) - 2n \left( \frac{\partial v'}{\partial t} \right) \cdot \sin. \theta \cdot \cos. \theta \right\} \\ & + \alpha(s + s')^2 \partial \varpi \cdot \left\{ \sin. \theta^2 \cdot \left( \frac{\partial \partial v'}{\partial t^2} \right) + 2n \left( \frac{\partial u'}{\partial t} \right) \cdot \sin. \theta \cdot \cos. \theta \right\} \\ & - 2\alpha n(s + s') \partial s' \cdot \sin. \theta^2 \cdot \left( \frac{\partial v'}{\partial t} \right) - \frac{n^2}{2} d \cdot \{ (s + s' + \alpha r + \alpha r') \cdot \sin. (\theta + \alpha u') \}^2 \\ & = -Fdf - F'df' - \&c. - \frac{dp}{d'(1 + \alpha \rho)} \end{aligned} \right\} \quad (3')$$

La caractéristique  $d$  servant à désigner, comme dans l'article citée, les différences des quantités prises en regardant le temps  $t$  comme constant, ou, ce qui revient au même, en ne considérant que  $\theta$ ,  $\varpi$  &  $s$  comme variables; les différences  $df$ ,  $df'$ , &c. représentant les élémens des directions des forces  $F$ ,  $F'$ , &c. qui animent la molécule atmosphérique, &  $p$  exprimant la pression qu'elle éprouve.

Considérons maintenant l'air & les eaux de la mer, tels qu'ils étoient à l'origine du mouvement, c'est-à-dire, dans l'état d'équilibre, & cherchons l'équation de l'équilibre pour une molécule de l'atmosphère, dont la distance au centre de la Terre soit  $s + s' + ar + ar'$ , dont la longitude soit  $\varpi + nt + av'$ , & pour laquelle l'angle  $\theta$  soit  $\theta + au'$ . Si l'on nomme, comme ci-dessus,  $\delta$  la densité de l'atmosphère, qui répond aux quantités  $\theta$ , &  $s + s'$ , &  $p'$  la pression correspondante à ces mêmes quantités; si de plus, on considère que, dans l'état d'équilibre,  $\delta$  &  $p'$  sont les mêmes pour toutes les molécules également élevées au-dessus du niveau de la mer; il est aisé d'en conclure que la densité de la molécule dont il s'agit, est  $\delta + ar' \left( \frac{\partial \delta}{\partial s'} \right)$ , en négligeant les quantités de l'ordre  $a^2$ , & que la pression qu'elle éprouve est  $p' + ar' \left( \frac{\partial p'}{\partial s'} \right)$ ; nommons présentement  $G$  l'attraction du sphéroïde terrestre, des eaux de la mer, & de l'air, sur cette molécule, &  $\mathcal{C}$  la droite suivant laquelle elle agit; nous aurons dans le cas de l'équilibre,  $Fdf + F'df' + \&c. = G.d\mathcal{C}$ , & comme ce même cas donne  $\left( \frac{\partial u'}{\partial t} \right) = 0$ ,  $\left( \frac{\partial v'}{\partial t} \right) = 0$ , l'équation (3') se changera dans la suivante,

$$-\frac{n^2}{2} d.\{ (s + s' + ar + ar') \cdot \sin.(\theta + au') \}^2 = -Gd\mathcal{C} - \frac{d.[p' + ar' \left( \frac{\partial p'}{\partial s'} \right)]}{\delta + ar' \left( \frac{\partial \delta}{\partial s'} \right)},$$

en retranchant cette équation de l'équation (3'), on aura

$$\begin{aligned} & \alpha (s + s')^2 \cdot \partial \theta \cdot \left[ \left( \frac{\partial \partial n'}{\partial t^2} \right) - 2n \left( \frac{\partial v'}{\partial t} \right) \cdot \sin. \theta \cdot \cos. \theta \right] \\ & + \alpha (s + s')^2 \cdot \partial \varpi \cdot \left[ \sin. \theta^2 \cdot \left( \frac{\partial \partial v'}{\partial t^2} \right) + 2n \left( \frac{\partial u'}{\partial t} \right) \cdot \sin. \theta \cdot \cos. \theta \right] \\ & - 2\alpha n (s + s') \cdot \partial s' \cdot \sin. \theta^2 \left( \frac{\partial v'}{\partial t} \right) \\ & = G \cdot d\mathcal{C} - F \cdot df - F' \cdot df' - \&c. - \frac{dp}{\delta' (1 + \alpha p)} + \frac{d \cdot [p' + \alpha r' \left( \frac{\partial p'}{\partial s'} \right)]}{\delta' + \alpha r' \left( \frac{\partial \delta'}{\partial s'} \right)}. \end{aligned}$$

Supposons  $p' = l' g \delta'$ ,  $g$  représentant la pesanteur, &  $l'$  étant une très-petite quantité constante pour un même degré de chaleur, & qui, comme on le verra dans la suite, est  $\frac{1}{7.22}$  du rayon terrestre, ou à très-peu-près égale à deux lieues; nous aurons  $p = l' g \delta' \cdot (1 + \alpha p)$ , ce qui donne en négligeant les quantités de l'ordre  $\alpha^2$ ,

$$\frac{d \cdot \{ p' + \alpha r' \cdot \left( \frac{\partial p'}{\partial s'} \right) \}}{\delta' + \alpha r' \cdot \left( \frac{\partial \delta'}{\partial s'} \right)} - \frac{dp}{\delta' (1 + \alpha p)} = - \alpha l' g \cdot d \cdot \left\{ p - \frac{r' \cdot \left( \frac{\partial \delta'}{\partial s'} \right)}{\delta'} \right\}.$$

Il est clair que  $\alpha \{ \delta' p - r' \cdot \left( \frac{\partial \delta'}{\partial s'} \right) \}$  exprime la différence de densité de deux molécules d'air qui occupent le même lieu, la première dans l'état de mouvement, & la seconde dans l'état d'équilibre; mais ces deux molécules sont différemment situées au-dessus de la surface de la mer, dont les eaux s'élèvent (*art. V*) de la quantité  $\alpha y$ , au-dessus de leur surface d'équilibre. Il suit de-là que pour avoir la différence de densité de deux molécules d'air, situées sur le même rayon, & également élevées au-dessus de la surface de la mer, la première dans l'état de mouvement, & la seconde dans l'état d'équilibre, il faut ajouter à la différence précédente, le terme  $\alpha y \cdot \left( \frac{\partial \delta'}{\partial s'} \right)$ , ce qui donne  $\alpha \{ \delta' \cdot p + (y - r') \cdot \left( \frac{\partial \delta'}{\partial s'} \right) \}$  pour la différence cherchée: or la loi des densités



de l'air dont nous partons dans ces recherches, donne

$$- \left( \frac{\partial \delta^1}{\partial s^1} \right) = \frac{\delta^1}{l^1};$$

la quantité précédente devient ainsi  $\alpha \delta^1 \cdot \left( \rho + \frac{r^1 - y}{l^1} \right)$ ;

représentons-la par  $\frac{\alpha \delta^1 y^1}{l^1}$ , & nous aurons

$$- \alpha l^1 g d. \left\{ \rho - r^1 \cdot \frac{\left( \frac{\partial \delta^1}{\partial s^1} \right)}{\delta^1} \right\} = - \alpha g d y^1 - \alpha g d y.$$

Présentement, il est aisé de s'assurer par l'article V, qu'en supposant  $\delta^1$  extrêmement petit, on a à très-peu-près,

$$G d \mathcal{C} - F d f - F^1 d f^1 - \&c. = - \alpha y A d \epsilon + S \left[ d \cdot \frac{1}{f} - \left( d \cdot \frac{1}{f^1} \right) \right];$$

—  $\alpha y A d \epsilon$  étant relatif à l'attraction de la mer ;

$S \cdot \left[ d \cdot \frac{1}{f} - \left( d \cdot \frac{1}{f^1} \right) \right]$  étant relatif à l'attraction de l'Astre

que l'on suppose agir sur l'atmosphère, & ces deux quantités étant telles que nous les avons définies dans ce même *art. V*;

on aura donc

$$\left. \begin{aligned} & \alpha (s + s^1)^2 \cdot \partial \theta \cdot \left[ \left( \frac{\partial \partial u^1}{\partial t^1} \right) - 2n \left( \frac{\partial v^1}{\partial t^1} \right) \cdot \sin. \theta \cdot \cos. \theta \right] \\ & + \alpha (s + s^1)^2 \cdot \partial \varpi \cdot \left[ \sin. \theta^2 \cdot \left( \frac{\partial \partial v^1}{\partial t^1} \right) + 2n \left( \frac{\partial u^1}{\partial t^1} \right) \cdot \sin. \theta \cdot \cos. \theta \right] \\ & - 2 \alpha n (s + s^1) \cdot \partial s^1 \cdot \sin. \theta^2 \cdot \left( \frac{\partial v^1}{\partial t^1} \right) = - \alpha y A \cdot d \epsilon \\ & - \alpha g \cdot (d y^1 + d y) + S \cdot \left[ d \cdot \frac{1}{f} - \left( d \cdot \frac{1}{f^1} \right) \right]. \end{aligned} \right\} (4')$$

Il résulte de cette équation, que  $\left( \frac{\partial v^1}{\partial s^1} \right)$  n'est que de l'ordre

$\frac{n^3}{g} u^1$ , & comme on a  $y^1 = l^1 \rho + r^1 - y$ ; il est

clair que  $\left( \frac{\partial r^1}{\partial s^1} \right)$  sera pareillement du même ordre; en négligeant donc cette quantité dans l'équation (1'), elle donnera

X x x ij

$$\rho = - \left( \frac{\partial u^i}{\partial \theta} \right) - \left( \frac{\partial v^i}{\partial \varpi} \right) - u^i \cdot \frac{\cos. \theta}{\sin. \theta};$$

on aura ensuite aux quantités près de l'ordre  $\frac{n^2}{g} u^i$ ,  $r^i$  constant pour toutes les molécules d'air situées sur le même rayon; or à la surface de la mer,  $r^i = y$ ; on pourra donc supposer à  $r^i$ , cette valeur pour toutes les hauteurs de l'atmosphère; la quantité  $\alpha \delta^i \cdot \left( \rho + \frac{r^i - y}{r^i} \right)$ , se réduira ainsi à  $\alpha \delta^i \rho$ ,

& ce terme exprimera la différence de densité de deux molécules d'air situées sur le même rayon, & également élevées au-dessus de la surface de la mer, la première dans l'état de mouvement, & la seconde dans l'état d'équilibre; de plus, on aura  $y^i = I^i \rho$ ; partant

$$y^i = - I^i \cdot \left[ \left( \frac{\partial u^i}{\partial \theta} \right) + \left( \frac{\partial v^i}{\partial \varpi} \right) + u^i \cdot \frac{\cos. \theta}{\sin. \theta} \right]; \quad (5')$$

Si l'on considère le mouvement des molécules d'air contiguës à la surface de la mer, ou celui des molécules d'une même couche aérienne parallèle à cette surface, il faudra supposer  $\partial s^i = 0$ ; l'équation (4') donnera par les *art. V* & *VI*, les deux suivantes, en y supposant  $s + s^i = 1$ ,

$$\left. \begin{aligned} & \left( \frac{\partial \partial u^i}{\partial t^2} \right) - 2n \left( \frac{\partial v^i}{\partial t} \right) \cdot \sin. \theta \cdot \cos. \theta \\ & = - g \left( \frac{\partial y^i}{\partial \theta} \right) - g \left( \frac{\partial y}{\partial \theta} \right) + \delta \left( \frac{\partial D}{\partial \theta} \right) + \left( \frac{\partial R}{\partial \theta} \right) \end{aligned} \right\}; \quad (6')$$

$$\left. \begin{aligned} & \left( \frac{\partial \partial v^i}{\partial t^2} \right) \cdot \sin. \theta^2 + 2n \left( \frac{\partial u^i}{\partial t} \right) \cdot \sin. \theta \cdot \cos. \theta \\ & = - g \left( \frac{\partial y^i}{\partial \varpi} \right) - g \left( \frac{\partial y}{\partial \varpi} \right) + \delta \left( \frac{\partial D}{\partial \varpi} \right) + \left( \frac{\partial R}{\partial \varpi} \right) \end{aligned} \right\}; \quad (7')$$

$D$  étant tel que nous l'avons défini dans l'*article XXII*; &  $R$  étant comme dans le même article, égal à

$$K \cdot [\cos. \theta \cdot \cos. \nu + \sin. \theta \cdot \sin. \nu \cdot \cos. (nt + \varpi - \varphi)]^2;$$

au moyen des équations (5'), (6') & (7'), on déterminera les oscillations de l'atmosphère, lorsqu'on aura déterminé celles de la mer; si l'on suppose en effet,  $\gamma = 1$ , dans l'équation (6) de l'*article XXII*, & qu'on la retranche de

l'équation (5'); si l'on retranche pareillement les équations (6) & (7) du même article, des équations (6') & (7'); on aura en faisant  $u^i - u = u''$ , &  $v^i - v = v''$ ,

$$\begin{aligned} \frac{y}{t} - \frac{y^i}{t^i} &= \left( \frac{\partial u''}{\partial \theta} \right) + \left( \frac{\partial v''}{\partial \varpi} \right) + u'' \cdot \frac{\cos. \theta}{\sin. \theta}, \\ \left( \frac{\partial \partial u''}{\partial t^2} \right) - 2n \left( \frac{\partial v''}{\partial t} \right) \cdot \sin. \theta \cdot \cos. \theta &= -g \left( \frac{\partial y^i}{\partial \theta} \right), \\ \left( \frac{\partial \partial v''}{\partial t^2} \right) \cdot \sin. \theta^2 + 2n \left( \frac{\partial u''}{\partial t} \right) \cdot \sin. \theta \cdot \cos. \theta &= -g \left( \frac{\partial y^i}{\partial \varpi} \right); \end{aligned}$$

on cherchera donc  $y$  par les méthodes que nous avons données précédemment pour cet objet; on déterminera ensuite par les mêmes méthodes,  $y^i$ ,  $u''$  &  $v''$ ; d'où il sera facile de conclure tout ce qui est relatif aux oscillations de l'atmosphère.

### XXXVI.

CONSIDÉRONS d'abord le cas où l'air recouvre immédiatement le sphéroïde terrestre; on aura  $y = 0$ ,  $D = 0$ , & les équations (5'), (6') & (7') deviendront

$$\begin{aligned} y^i &= -l' \cdot \left[ \left( \frac{\partial u^i}{\partial \theta} \right) + \left( \frac{\partial v^i}{\partial \varpi} \right) + u^i \cdot \frac{\cos. \theta}{\sin. \theta} \right], \\ \left( \frac{\partial \partial u^i}{\partial t^2} \right) - 2n \left( \frac{\partial v^i}{\partial t} \right) \cdot \sin. \theta \cdot \cos. \theta &= -g \left( \frac{\partial y^i}{\partial \theta} \right) + \left( \frac{\partial R}{\partial \theta} \right), \\ \left( \frac{\partial \partial v^i}{\partial t^2} \right) \cdot \sin. \theta^2 + 2n \left( \frac{\partial u^i}{\partial t} \right) \cdot \sin. \theta \cdot \cos. \theta &= -g \left( \frac{\partial y^i}{\partial \varpi} \right) + \left( \frac{\partial R}{\partial \varpi} \right); \end{aligned}$$

en comparant ces équations aux équations (6). (7) & (9) de l'art. XXII, on voit qu'elles sont les mêmes que celles d'un fluide incompressible & infiniment rare, dont la profondeur est  $l'$ , & dont  $\alpha y^i$  exprime la hauteur au-dessus de la surface d'équilibre; il nous sera donc facile par la méthode de l'art. XXII, d'avoir  $\alpha y^i$ , lorsqu'on connoîtra  $l'$  pour cela nous observerons qu'à la surface de la mer, la pression  $l' \delta^i g$  de l'atmosphère, équivaut à celle d'une colonne d'eau de 32 pieds; d'ailleurs si l'on nomme  $\delta$  la densité de l'eau, on a  $\delta = 850 \delta^i$ ; on aura donc  $l' \delta^i g = 32^P \cdot 850 \delta^i g$ , ce qui donne  $l' = 32^P \cdot 850 = 2^{lieues}$  à très-peu-près, la lieue étant supposée de 13573 pieds. Cette profondeur est une de

celles pour lesquelles nous avons déterminé dans l'article XXVII les oscillations de la mer; on aura donc en adoptant toutes les dénominations du même article,

$$\alpha y' = 0^{\text{p}},7629 \cdot \left( \frac{1+3 \cdot \text{cof. } 2\theta}{6} \right) \cdot \left[ \text{cof. } v^2 - \frac{1}{2} \sin. v^2 + e \cdot \left( \text{cof. } v'^2 - \frac{1}{2} \sin. v'^2 \right) \right]$$

$$+ 0^{\text{p}},7629 \cdot \sin. \theta^2 \cdot \left\{ \begin{array}{l} 0,5 + 3,0980 \cdot \sin. \theta^2 \\ + 1,6237 \cdot \sin. \theta^4 \\ + 0,3619 \cdot \sin. \theta^6 \\ + 0,04596 \cdot \sin. \theta^8 \\ + 0,00379 \cdot \sin. \theta^{10} \\ + 0,000211 \cdot \sin. \theta^{12} \end{array} \right\} \cdot \left\{ \begin{array}{l} e \cdot \sin. v'^2 \\ \cdot \text{cof. } (2nt + 2\omega - 2\varphi') \\ + \sin. v^2 \\ \cdot \text{cof. } (2nt + 2\omega - 2\varphi) \end{array} \right\}$$

Pour déterminer présentement la variation du Baromètre, correspondante à  $\alpha y'$ , rappelons-nous que  $\alpha y' = \alpha l' \rho$ , & considérons que  $\alpha l' \rho$ , exprime dans le cas présent, la variation de densité de l'atmosphère, pour un lieu fixe pris au-dessus de la surface de la Terre; la variation du Baromètre fera donc à sa hauteur moyenne que nous supposons de 28 pouces, comme  $\alpha l' \rho$  est à  $l'$ ; d'où il suit que cette variation est égale à  $28^{\text{po}} \cdot \frac{\alpha y'}{l'}$ ; or on a

$$\frac{28^{\text{po}} \cdot 0^{\text{p}},7629}{l'} = \frac{28^{\text{po}}, 0,7629 \cdot 12}{32 \cdot 850} = 0^{\text{lig}},009424;$$

partant la variation du Baromètre est égale à

$$0^{\text{lig}},009424 \cdot \left( \frac{1+3 \cdot \text{cof. } 2\theta}{6} \right) \cdot \left[ \text{cof. } v^2 - \frac{1}{2} \sin. v^2 + e \cdot \left( \text{cof. } v'^2 - \frac{1}{2} \sin. v'^2 \right) \right]$$

$$+ 0^{\text{lig}},009424 \cdot \sin. \theta^2 \cdot \left\{ \begin{array}{l} 0,5 + 3,0980 \cdot \sin. \theta^2 \\ + 1,6237 \cdot \sin. \theta^4 \\ + 0,3619 \cdot \sin. \theta^6 \\ + 0,04596 \cdot \sin. \theta^8 \\ + 0,00379 \cdot \sin. \theta^{10} \\ + 0,000211 \cdot \sin. \theta^{12} \end{array} \right\} \cdot \left\{ \begin{array}{l} e \cdot \sin. v'^2 \\ \cdot \text{cof. } (2nt + 2\omega - 2\varphi') \\ + \sin. v^2 \\ \cdot \text{cof. } (2nt + 2\omega - 2\varphi) \end{array} \right\}$$

On voit ainsi que les variations du Baromètre sont assujetties aux mêmes loix que le flux & le reflux de la mer, & qu'en vertu de l'action du Soleil & de la Lune, il s'élève & s'abaisse alternativement deux fois par jour; mais ces variations sont très-peu sensibles, car si l'on suppose le Soleil & la Lune dans leurs moyennes distances, & en conjonction ou en opposition dans le plan de l'équateur, & que l'on fasse avec M. Daniel Bernoulli,  $e = \frac{1}{2}$ , on trouve  $0^{\text{h}} 37 16$  pour la différence de la plus grande élévation à la plus grande dépression du mercure dans le Baromètre à l'Équateur, dans l'intervalle de la haute à la basse mer; cette différence diminue en approchant des Pôles, en sorte qu'à la latitude de 45 degrés, elle est plus de quatre fois moindre qu'à l'Équateur, & par conséquent tout-à-fait insensible.

Considérons maintenant le cas de la Nature dans lequel l'air surnage au-dessus de l'Océan; il est aisé de voir que les oscillations de l'atmosphère dépendent alors de la profondeur & de la densité de la mer; nous supposerons ici comme dans l'*art. XXVII*, cette densité très-petite relativement à celle du sphéroïde terrestre, & comme il résulte du même article, qu'en attribuant à la mer, une profondeur moyenne de quatre lieues, on satisfait assez bien aux observations du flux & du reflux, nous adopterons cette supposition dans les calculs suivans; nous aurons ainsi par l'article cité, en n'ayant égard qu'à l'action du Soleil

$$ay = 0^{\text{p}} 7629 \cdot \left( \frac{1 + 3 \cdot \cos. 2\theta}{6} \right) \cdot \left( \cos. v^2 - \frac{1}{2} \sin. v^2 \right) \\ + 0^{\text{p}} 7629 \cdot \sin. \theta^2 \cdot \left\{ \begin{array}{l} 0,5 + 0,3752 \cdot \sin. \theta^2 \\ + 0,0783 \cdot \sin. \theta^4 \\ + 0,00787 \cdot \sin. \theta^6 \\ + 0,00047 \cdot \sin. \theta^8 \\ + 0,00002 \cdot \sin. \theta^{10} \end{array} \right\} \cdot \sin. v^2 \cdot \cos. (2nt + 2\omega - 2\phi)$$

Cela posé, si l'on traite les équations (5'), (6') & (7') par la méthode des *articles XXIV & suivans*, on trouvera d'abord

536 MÉMOIRES DE L'ACADÉMIE ROYALE  
 par l'article XXV, que la partie de l'expression de  $\alpha y'$ , qui  
 répond aux termes  $\alpha K \cdot \cos. \theta^2 \cdot \cos. v^2 + \frac{\alpha K}{2} \cdot \sin. \theta^2 \cdot \sin. v^2$ ,  
 &  $0^p, 7629 \cdot (\frac{1 + 3 \cdot \cos. 2\theta}{6}) \cdot (\cos. v^2 - \frac{1}{2} \sin. v^2)$ , des  
 expressions de  $\alpha R$  & de  $\alpha y$ , est nulle, parce qu'en n'ayant  
 égard qu'à ces termes, on a  $0 = -g \cdot (\frac{\partial y}{\partial \theta}) + (\frac{\partial R}{\partial \theta})$ ;  
 on trouvera ensuite par l'art. XXVI, que la partie de l'ex-  
 pression de  $\alpha y'$ , qui répond au terme  $2 K \cdot \sin. v \cdot \cos. v \cdot \sin. \theta$   
 $\cdot \cos. \theta \cdot \cos. (nt + \varpi - \phi)$ , de l'expression de  $R$  est encore  
 nulle; enfin on trouvera par les articles XXIV & XXVII,  
 que si l'on nomme  $a$  le coefficient de  $\cos. (2nt + 2\varpi - 2\phi)$ ,  
 dans l'expression de  $y$ ;  $a'$  &  $a''$ , ceux du même cosinus dans  
 les expressions de  $y'$ , & de  $y' + y - \frac{R}{g}$ , on aura à  
 très-peu-près,

$$0 = x^2 \cdot (1 - xx) \cdot (\frac{\partial \partial a''}{\partial x^2}) - x \cdot (\frac{\partial a''}{\partial x}) - 2 a'' \cdot (4 - xx) \\
+ \frac{4 n^2}{l^2 g} \cdot a' \cdot x^4,$$

$x$  étant égal à  $\sin. \theta$ ; or si l'on fait  $\frac{K \cdot \sin. v^2}{g} = \mathcal{C}$ , on aura  
 $a'' = a' + a - \frac{\mathcal{C}}{2g} x^2$ ; partant  $a' = a'' - a + \frac{\mathcal{C}}{2} x^2$ ;  
 de plus,  $l'$  étant égal à deux lieues, on a par l'art. XXVII,  
 $\frac{2 n^2}{l^2 g} = 5$ ; & par le même article, on a  $\frac{\alpha K}{g} = 0^p, 7629$ ;  
 l'équation précédente deviendra donc en y substituant au  
 lieu de  $a$ , sa valeur,

$$\alpha x^2 \cdot (1 - xx) \cdot (\frac{\partial \partial a''}{\partial x^2}) - \alpha x \cdot (\frac{\partial a''}{\partial x}) - 2 \alpha a'' \cdot (4 - xx - 5 x^4) \\
= 7^p, 629 \cdot \sin. v^2 \cdot x^8 \cdot \left\{ \begin{array}{l} 0,3752 + 0,0783 \cdot x^2 \\ + 0,00787 \cdot x^4 \\ + 0,00047 \cdot x^6 \\ + 0,00002 \cdot x^8 \end{array} \right\}; (r)$$

Pour

Pour intégrer cette équation, on supposera, conformément à la méthode de l'art. XXVII,

$$aa'' = 7^{\text{pieds}}, 629 \cdot \sin. v^2 \cdot x^4 \cdot \left\{ \begin{array}{l} A + A^{(1)} \cdot x^2 + A^{(2)} \cdot x^4 + A^{(3)} \cdot x^6 \\ + A^{(4)} \cdot x^8 + A^{(5)} \cdot x^{10} + A^{(6)} \cdot x^{12} \end{array} \right\}$$

& l'on aura les huit équations suivantes,

$$\begin{aligned} 16 \cdot A^{(1)} - 10 \cdot A &= 0, \\ 40 \cdot A^{(2)} - 28 \cdot A^{(1)} + 10 \cdot A &= 0,3752, \\ 72 \cdot A^{(3)} - 54 \cdot A^{(2)} + 10 \cdot A^{(1)} &= 0,0783, \\ 112 \cdot A^{(4)} - 88 \cdot A^{(3)} + 10 \cdot A^{(2)} &= 0,00787, \\ 160 \cdot A^{(5)} - 130 \cdot A^{(4)} + 10 \cdot A^{(3)} &= 0,00047, \\ 216 \cdot A^{(6)} - 180 \cdot A^{(5)} + 10 \cdot A^{(4)} &= 0,00002, \\ &- 238 \cdot A^{(6)} + 10 \cdot A^{(5)} = 0, \\ &10 \cdot A^{(6)} = 0; (s) \end{aligned}$$

En ne considérant que les sept premières, on aura

$$\begin{aligned} A &= - 0,2344; \quad A^{(1)} = - 0,1465; \\ A^{(2)} &= - 0,03457; \quad A^{(3)} = - 0,004402, \\ A^{(4)} &= - 0,0003649; \quad A^{(5)} = - 0,00002135; \\ A^{(6)} &= - 0,0000008970. \end{aligned}$$

Maintenant, il est clair que si l'on ajoutoit au second membre de l'équation (r) le terme

$$- 7^{\text{pieds}}, 629 \cdot 0,00000897 \cdot \sin. v^2 \cdot x^{20},$$

on auroit au lieu de l'équation (s) la suivante,

$$10 A^{(6)} = - 0,00000897,$$

ce qui donneroit pour  $A^{(6)}$  la même valeur que précédemment; d'où il suit que l'expression précédente de  $aa''$  satisferoit alors exactement à l'équation (r); or le terme

$$- 7^{\text{pieds}}, 619 \cdot 0,00000897 \cdot \sin. v^2 \cdot x^{20},$$

étant excessivement petit par rapport aux autres termes de cette équation, peut lui être ajouté sans craindre aucune erreur sensible; on doit donc regarder comme fort approchée la valeur précédente de  $\alpha a''$ : il est facile d'en conclure la valeur de  $\alpha y''$ , car on a, par ce qui précède,

$$\begin{aligned}\alpha y' &= \alpha a' \cdot \cos.(2nt + 2\varpi - 2\varphi) \\ &= [\alpha a'' - \alpha a' + \alpha \frac{6}{2} x^2] \cdot \cos.(2nt + 2\varpi - 2\varphi).\end{aligned}$$

Pour déterminer présentement les variations de la hauteur du Baromètre, nous nous rappellerons d'abord, que  $\alpha y' = \alpha l' \rho$ , & que  $\alpha \delta' \rho$  exprime la différence de densité de deux molécules d'air également élevées au-dessus de la surface de la mer, la première dans l'état de mouvement, & la seconde dans l'équilibre; nous considérerons ensuite, que le Baromètre étant fixé au-dessus de la surface de la Terre, est moins élevé au-dessus de la mer que dans le cas d'équilibre, de la quantité  $\alpha y$ ; la variation de densité des molécules d'air qui pressent la surface du mercure, est donc égale à

$$\alpha \delta' \rho - \alpha y \left( \frac{\partial \delta'}{\partial s'} \right) = \alpha \delta' \rho + \frac{\alpha \delta' y}{r} = \frac{\alpha \delta'}{r} \cdot (y' + y);$$

d'où il suit, que pour avoir la variation des hauteurs<sup>4</sup> du Baromètre, il faut ajouter les valeurs de  $\alpha y'$  & de  $\alpha y$ , & les multiplier par le rapport de 28<sup>pouces</sup> à 32<sup>pieds</sup>. 850; on aura ainsi, en vertu des actions réunies du Soleil & de la Lune, la variation de la hauteur du Baromètre, égale à

$$\begin{aligned}0^{\text{lig}},009424 \cdot \left( \frac{1 + 3 \cos. 2\theta}{6} \right) \cdot [\cos. v^2 - \frac{1}{2} \sin. v^2 + e(\cos. v'^2 - \frac{1}{2} \sin. v'^2)] \\ + 0^{\text{lig}},009424 \cdot \sin. \theta^2 \cdot \left\{ \begin{array}{l} 0,5 - 2,344 \cdot \sin. \theta^2 \\ - 1,465 \cdot \sin. \theta^2 \\ - 0,346 \cdot \sin. \theta^6 \\ - 0,044 \cdot \sin. \theta^8 \\ - 0,004 \cdot \sin. \theta^{10} \end{array} \right\} \cdot \left\{ \begin{array}{l} e \sin. v'^2 \cdot \cos. (2nt + 2\varpi - 2\varphi') \\ + \sin. v^2 \cdot \cos. (2nt + 2\varpi - 2\varphi) \end{array} \right\}.\end{aligned}$$

Dans les nouvelles & pleines Lunes des Équinoxes, & en



supposant  $e = \frac{1}{2}$ , la différence de la plus grande élévation à la plus grande dépression du mercure dans le Baromètre, à l'Équateur, est égale à 0<sup>lignes</sup>,244; mais, ce qui est très-remarquable, l'instant de la plus grande dépression est celui de la haute mer, & réciproquement; & comme il n'est pas vraisemblable que la profondeur de la mer soit beaucoup moindre que quatre lieues, puisqu'on auroit autrement des marées trop peu considérables, il en résulte que cette singularité a lieu dans les suppositions les plus probables sur la profondeur de la mer, en sorte que si, par une longue suite d'observations barométriques, on parvenoit à démêler les effets de l'action du Soleil & de la Lune sur l'atmosphère, il y a beaucoup d'apparence que dans les lieux situés près de l'Équateur, on trouveroit la marche des oscillations du Baromètre contraire à celle des marées: il suit au moins de nos calculs, qu'il est très-différent dans la recherche des variations du Baromètre, de considérer l'air comme recouvrant immédiatement le sphéroïde terrestre, ou comme surnageant au-dessus de l'Océan.

Il est facile, au moyen des valeurs précédentes de  $y'$  & de  $y$ , de déterminer les vitesses  $\alpha \left( \frac{\partial u'}{\partial t} \right)$ , &  $\alpha \left( \frac{\partial v'}{\partial t} \right)$ . sin.  $\theta$

de l'air dans le sens du méridien & dans celui du parallèle; il suffit pour cela de substituer ces valeurs dans les équations (6') & (7') de l'article précédent, & de satisfaire ensuite à ces équations, en y supposant  $\delta = 0$ . En faisant ce calcul, on trouvera que la vitesse de l'atmosphère résultante de l'action du Soleil & de la Lune, est inappréciable par l'observation, & qu'il est impossible de la démêler d'avec toute les variations auxquelles les vents sont assujettis: pour le faire voir, déterminons le mouvement d'une molécule aérienne, située sous l'Équateur lorsque l'astre attirant est dans le plan de ce grand cercle; on aura dans ce cas  $u' = 0$ , & l'équation (7') de l'article précédent deviendra,

$$\alpha \left( \frac{\partial v'}{\partial t} \right) = -\alpha g \cdot \left( \frac{\partial y'}{\partial \varpi} \right) - \alpha g \left( \frac{\partial y}{\partial \varpi} \right) - \alpha K \cdot \sin. (2nt + 2\varpi - 2\phi);$$

Y y ij

en substituant dans cette équation, au lieu de  $(\frac{\partial y'}{\partial \varpi}) + (\frac{\partial y}{\partial \varpi})$ ,  
 la valeur  $-2(a' + a) \cdot \sin.(2nt + 2\varpi - 2\phi)$ ,  
 on aura, en observant que  $2ag(a' + a) - \alpha K = 2aga''$ ,

$$\alpha \left( \frac{\partial \partial v'}{\partial t^2} \right) = -2g \cdot 7^{\text{pieds}},629 \cdot 0,4203 \cdot \sin.(2nt + 2\varpi - 2\phi),$$

ce qui donne en intégrant,

$$\alpha \left( \frac{\partial v'}{\partial t} \right) = H + \frac{g}{n} \cdot 7^{\text{pieds}},629 \cdot 0,4203 \cdot \cos.(2nt + 2\varpi - 2\phi),$$

$H$  étant une constante arbitraire : or si l'on suppose que  
 l'élément  $\partial t$  du temps soit d'une seconde,  $\alpha \partial v'$  représentera  
 l'espace parcouru dans l'intervalle d'une seconde ; de plus,  
 en nommant  $T$  le temps d'une révolution de la Terre sur  
 son axe, on a  $nT$  égal à  $360^\circ$ , le rayon étant pris pour

l'unité ; par conséquent  $nT = \frac{2 \cdot 355}{113}$ , ce qui donne

$$n \partial t = \frac{2 \cdot 355}{113} \cdot \frac{1''}{23^h 56'} = \frac{355}{113} \cdot \frac{1}{30 \cdot 1436} ;$$

d'ailleurs  $\frac{g}{n^2} = \frac{1}{289}$ , on aura donc

$$\frac{g}{n^2} \cdot n \partial t \cdot 7^{\text{pieds}},629 \cdot 0,4203 = 0^{\text{pieds}},06758 ;$$

partant

$$\alpha \partial v' = \alpha H' + 0^{\text{pieds}},06758 \cdot \cos.(2nt + 2\varpi - 2\phi).$$

La constante  $\alpha H'$  étant égale à  $H \partial t$  ; si cette constante  
 n'étoit pas nulle, il en résulteroit à l'Équateur un vent con-  
 stant d'Occident en Orient, ou d'Orient en Occident, suivant  
 qu'elle seroit positive ou négative, & l'on pourroit expliquer  
 par-là les vents alisés que l'on observe sous la Zone torride ;  
 mais la valeur de cette constante dépend du mouvement  
 initial de l'atmosphère, & nous avons observé dans l'*art.*  
*XXI*, que la vitesse qu'elle a pu produire, a dû être anéantie  
 depuis long-temps, en vertu des résistances en tout genre que  
 les molécules de l'air éprouvent en oscillant ; d'où l'on peut  
 généralement conclure, que les vents alisés ne sont point

occasionnés par l'action du Soleil & de la Lune sur l'atmosphère.

Si l'on suppose ces deux Astres en opposition, ou en conjonction dans le plan de l'Équateur, & si l'on fait  $e = \frac{1}{2}$ , on aura  $0^{\text{p}}, 2365$  pour le plus grand espace qu'une molécule d'air parcourt dans l'intervalle d'une seconde, en vertu de leurs actions réunies : or il paroît impossible de s'assurer par l'observation, de l'existence d'un vent aussi peu considérable, dans une atmosphère d'ailleurs très-agitée ; mais il n'en est pas ainsi des variations barométriques, vu sur-tout l'extrême précision dont les variations du Baromètre sont susceptibles ; dans ce cas, on pourra faire usage de la méthode suivante, pour démêler ces variations d'avec celles que le Baromètre peut éprouver par d'autres causes.

Nous supposons ici que l'on ait un excellent Baromètre garni d'un *Nonnius*, pour observer jusqu'aux petites fractions de lignes. Cela posé, concevons que dans les syzygies, l'instant de la plus grande dépression barométrique soit celui de midi, l'instant de la plus grande hauteur aura lieu environ six heures après ; on observera conséquemment la hauteur du Baromètre à ces deux instans, & l'on retranchera la première de la seconde : le jour suivant, on fera une observation semblable, en ayant égard au retard du flux atmosphérique, à raison du mouvement relatif de la Lune, par rapport au Soleil ; & pour déterminer ce retard, on suivra la même règle dont on fait usage dans les Ports pour déterminer le retard des marées ; en comparant ainsi une longue suite d'observations, & rejetant pour plus d'exacltude, celles dans lesquelles les variations du Baromètre auront été très-considérables dans un petit intervalle de temps, en vertu des grands changemens que l'atmosphère a subi d'ailleurs ; on fera une somme de toutes les différences que l'on aura trouvées, & en la divisant par le nombre des observations, on aura à très-peu-près la quantité moyenne des variations barométriques qui résultent de l'action du Soleil & de la Lune.

Le système d'observations dont nous venons de parler,

suppose que dans les syzygies, l'instant de la plus grande dépression arrive à midi; mais comme dans nos Ports, le moment de la haute mer arrive presque toujours plus tard que suivant la théorie, la même chose peut avoir lieu pour l'atmosphère. De-là résulte la nécessité de former plusieurs systèmes d'observations semblables au précédent, avec cette différence, qu'au lieu de fixer l'instant de la plus grande dépression barométrique à 0 heure, on le fixera successivement à 0<sup>h</sup> 30', à 1 heure, à 1<sup>h</sup> 30', à 2 heures, à 2<sup>h</sup> 30', à 3 heures, &c. & le système qui donnera la plus grande variation, est celui qu'il faut préférer. Lorsqu'on se sera bien assuré par-là, du véritable instant de la plus grande dépression du Baromètre pour le lieu où l'on observe, on pourra facilement déterminer la loi de ses variations relativement aux différentes positions du Soleil & de la Lune. Tout cela suppose que l'action de ces deux Astres sur le Baromètre est sensible; or nous avons vu qu'à l'Équateur, elle le fait varier d'un quart de ligne à peu-près; mais cette variation peut être considérablement augmentée par les circonstances locales, & surpasser une & même deux lignes, ainsi que nous voyons la mer s'élever dans beaucoup d'endroits, quinze ou vingt fois plus que suivant le calcul. Quoiqu'il soit impossible d'indiquer avec certitude, autrement que par l'expérience, les lieux où ces variations barométriques sont les plus considérables, il paroît cependant que ce sont principalement ceux qui, situés près de l'Équateur, sont traversés par de hautes montagnes qui en resserrant l'atmosphère, peuvent en rendre sensibles les plus légères oscillations. Un phénomène aussi curieux mérite assurément l'attention des Observateurs, & nous les invitons à le suivre d'une manière particulière.

## XXXVII.

*Sur les Ondes.*

Si l'on agite une eau tranquille, on voit aussi-tôt se former autour du centre d'agitation, des cercles qui s'agrandissent

sans cesse, en s'éloignant de ce point; ces cercles formés par les élévations & les abaiffemens successifs du fluide, ont été nommés *Ondes*. Newton est le seul que je sache, qui se soit proposé d'en déterminer la nature (*Livre II des Principes, propos. 46*); ce grand Géomètre considérant une eau stagnante renfermée dans un canal infiniment étroit, & d'une largeur constante, suppose que la superficie de cette eau monte & descend par des ondes successives, dont nous représenterons par *A, C, E*, &c. les sommets, & par *B, D, F*, &c. les points les plus bas; en comparant ces ascensions & descensions alternatives aux oscillations de l'eau dans un canal recourbé, il trouve que si l'on prend un pendule dont la longueur soit égale à la largeur *AC* ou *BD* des ondes, elles parcourront, en avançant, un espace égal à cette longueur, dans le même temps durant lequel le pendule achèvera une oscillation; d'où il suit que la vitesse des ondes est en raison soudoublée de leur largeur; il étend ensuite ces résultats aux ondes formées dans un canal d'une longueur & d'une largeur indéfinies, où par conséquent elles se propagent circulairement; mais il observe qu'alors le temps de la propagation n'est déterminé par-là, qu'à peu-près. On sent aisément que cette théorie étant fondée sur l'analogie des ondes avec les oscillations de l'eau renfermée dans un canal recourbé, analogie que Newton suppose sans la démontrer, ses résultats sont très-incertains; il est donc utile de traiter de nouveau cette matière, en n'employant que les principes les plus incontestables du mouvement des fluides; c'est ce que je me propose de faire dans cet article, en ne me permettant d'autre supposition que celle des ondulations infiniment petites; je ne considérerai ici que le cas traité par Newton, & dans lequel on suppose l'eau renfermée dans un canal infiniment étroit, d'une longueur indéfinie, & dont la profondeur & la largeur sont constantes; je réserve pour un autre Mémoire, la discussion du cas où le canal a une longueur & une largeur indéfinies.

La manière la plus simple de concevoir la formation des

ondes, est d'imaginer une courbe quelconque plongée dans le fluide, jusqu'à une profondeur très-petite, & retenue dans cet état, jusqu'à ce que tout le fluide soit en équilibre; en la retirant ensuite hors du canal, il est clair que le fluide tendra à reprendre son état d'équilibre, en formant des ondes successives; la nature & la propagation des ondes ainsi formées, seront l'objet des recherches suivantes.

Soit  $l$  la profondeur du canal dans l'état d'équilibre;  $X$  &  $Z$  les deux coordonnées horizontales & verticales qui déterminent à l'origine du mouvement, la position d'un point quelconque du fluide;  $X + \alpha x$ , &  $Z + \alpha z$ , les coordonnées qui déterminent la position de ce même point après le temps  $t$ ,  $\alpha$  étant supposé infiniment petit; si l'on considère présentement un parallélépipède infiniment petit, dont la largeur soit égale à la largeur infiniment petite du canal, que nous désignerons par  $\mathcal{C}$ ; dont la longueur soit  $\partial X \cdot [1 + \alpha (\frac{\partial x}{\partial X})]$ , & dont la hauteur soit  $\partial Z \cdot [1 + \alpha (\frac{\partial z}{\partial Z})]$ ; en nommant  $\delta$  la densité du fluide, & négligeant les quantités de l'ordre  $\alpha^2$ , on aura pour l'expression de la masse de ce parallélépipède,  $\delta \mathcal{C} \cdot \partial X \cdot \partial Z \cdot [1 + \alpha (\frac{\partial x}{\partial X}) + \alpha (\frac{\partial z}{\partial Z})]$ ; dans l'instant suivant, ce parallélépipède se changera dans un solide d'une autre figure, mais il est facile de s'assurer que si l'on calcule la masse de ce nouveau solide, comme s'il étoit un prisme rectangle, on ne négligera que des quantités infiniment petites du second ordre, par rapport à celles que l'on considère; on peut donc supposer nulle la différentielle de la quantité précédente prise en ne faisant varier que le temps  $t$ , ce qui exige que cette quantité soit égale à une fonction indépendante du temps; on aura donc

$$\delta \mathcal{C} \cdot \partial X \cdot \partial Y \cdot [1 + \alpha (\frac{\partial x}{\partial X}) + \alpha (\frac{\partial z}{\partial Z})] = \delta \mathcal{C} \cdot \partial X \cdot \partial Y \cdot \phi(X, Y);$$

$\phi(X, Y)$  étant une fonction quelconque de  $X$  & de  $Y$  sans  $t$ ; mais  $x$  &  $z$  étant nuls à l'origine du mouvement, cette  
fonction

fonction se trouve déterminée & égale à l'unité; partant, on aura

$$0 = \left( \frac{\partial x}{\partial X} \right) + \left( \frac{\partial z}{\partial Z} \right); (R)$$

Si l'on nomme ensuite  $p$  la pression qu'éprouve la molécule fluide, &  $g$  la pesanteur, l'équation (B) de l'article III donnera dans le cas présent,

$$0 = gd \cdot (z + az) + a \partial X \cdot \left( \frac{\partial \partial x}{\partial t^2} \right) + a \partial Z \cdot \left( \frac{\partial \partial z}{\partial t^2} \right) + \frac{dp}{\partial}; (S)$$

La caractéristique  $d$  servant, comme dans l'article cité, à désigner les différentielles des quantités prises en regardant le temps  $t$  comme constant; cette équation a encore lieu par le même article pour tous les points de la surface extérieure du fluide, pourvu qu'on y suppose  $dp = 0$ , & que les différences  $\partial X$  &  $\partial Z$  soient celles de la surface même.

Pour que l'équation précédente soit possible, il faut que  $\partial X \cdot \left( \frac{\partial \partial x}{\partial t^2} \right) + \partial Z \cdot \left( \frac{\partial \partial z}{\partial t^2} \right)$  soit une différence exacte,

& qu'ainsi l'on ait  $\left( \frac{\partial^3 x}{\partial t^2 \cdot \partial Z} \right) = \left( \frac{\partial^3 z}{\partial t^2 \cdot \partial X} \right)$ ; en intégrant cette équation deux fois de suite par rapport à  $t$ , & observant que par la formation précédente des ondes, on a  $x = 0$ ,

$z = 0$ ,  $\left( \frac{\partial x}{\partial t} \right) = 0$ , &  $\left( \frac{\partial z}{\partial t} \right) = 0$  lorsque  $t = 0$ ,

on aura  $\left( \frac{\partial x}{\partial Z} \right) = \left( \frac{\partial z}{\partial X} \right)$ ; partant  $\left( \frac{\partial \partial x}{\partial X \cdot \partial Z} \right) = \left( \frac{\partial \partial z}{\partial X^2} \right)$ ;

or l'équation (R) donne  $\left( \frac{\partial \partial x}{\partial X \cdot \partial Z} \right) = - \left( \frac{\partial \partial z}{\partial Z^2} \right)$ ; on

aura donc  $0 = \left( \frac{\partial \partial z}{\partial X^2} \right) + \left( \frac{\partial \partial z}{\partial Z^2} \right)$ .

Cette équation est aux différences partielles du second ordre, & son intégrale complete est, comme l'on fait,

$z = \varphi \{ X + Z \sqrt{-1} \} + \psi \{ X - Z \sqrt{-1} \}$ ,  
 $\varphi(X)$  &  $\psi(X)$  étant des fonctions quelconques arbitraires de  $X$ , qui renferment le temps  $t$ ; les deux équations

Mém. 1776.

Z z z

$$\left(\frac{\partial x}{\partial X}\right) + \left(\frac{\partial z}{\partial Z}\right) = 0 \text{ \& } \left(\frac{\partial x}{\partial Z}\right) = \left(\frac{\partial z}{\partial X}\right),$$

donneront ensuite

$$x = -\sqrt{-1} \cdot \{ \varphi[X + Z\sqrt{-1}] - \psi[X - Z\sqrt{-1}] \}.$$

On doit observer ici que  $Z$  étant nul, on a  $z = 0$ , quels que soient  $X$  &  $t$ ; on a donc  $\varphi(X) = -\psi(X)$ : partant,

$$z = \varphi[X + Z\sqrt{-1}] - \varphi[X - Z\sqrt{-1}],$$

$$x = -\sqrt{-1} \cdot \{ \varphi[X + Z\sqrt{-1}] + \varphi[X - Z\sqrt{-1}] \},$$

on aura, au moyen de ces équations, les valeurs de  $x$  & de  $z$  relatives à tous les points du fluide, lorsqu'on aura déterminé ces valeurs en  $X$  & en  $t$  pour tous les points de la surface; or l'équation  $(S)$  devient à la surface,

$$0 = g d \cdot (Z + \alpha z) + \alpha \partial X \cdot \left(\frac{\partial \partial x}{\partial t^2}\right) + \alpha \partial Z \cdot \left(\frac{\partial \partial z}{\partial t^2}\right);$$

d'où il suit que  $\partial Z$  est de l'ordre  $\alpha$ . Soit donc à la surface du fluide,  $Z = l + \alpha u$ ,  $u$  étant une fonction quelconque de  $X$ ; on aura, en négligeant les quantités de l'ordre  $\alpha^2$ ,

$$0 = g \left(\frac{\partial u}{\partial X}\right) + g \left(\frac{\partial z}{\partial X}\right) + \left(\frac{\partial \partial x}{\partial t^2}\right); (T)$$

Il faut maintenant satisfaire à cette équation & à ces deux-ci,

$$z = \varphi[X + l\sqrt{-1}] - \varphi[X - l\sqrt{-1}],$$

$$x = -\sqrt{-1} \cdot \{ \varphi[X + l\sqrt{-1}] + \varphi[X - l\sqrt{-1}] \};$$

or cela paroît très-difficile en général, c'est-à-dire en donnant à  $u$  une valeur quelconque arbitraire; il ne nous reste donc qu'à y satisfaire dans des suppositions particulières pour  $u$ .



Supposons  $u = a \cdot (\cos. \frac{X}{c} - \cos. \frac{h}{c})$ , de manière que l'on ait  $u = 0$ , tant que  $X$  n'est pas compris entre les limites  $+h$  &  $-h$ , ce qui revient à faire au-delà de ces limites  $\cos. \frac{X}{c}$  constamment égal à  $\cos. \frac{h}{c}$ ; l'équation (T) devient alors

$$0 = -\frac{ga}{c} \cdot \sin. \frac{X}{c} + g \left( \frac{\partial z}{\partial X} \right) + \left( \frac{\partial^2 x}{\partial t^2} \right); (T')$$

On peut y satisfaire & remplir toutes les conditions du mouvement, en supposant

$$\begin{aligned} x &= A \cdot \sin. \frac{X}{c} \cdot \left\{ e^{\frac{Z}{c}} + e^{\frac{-Z}{c}} \right\}, \\ z &= -A \cdot \cos. \frac{X}{c} \cdot \left\{ e^{\frac{Z}{c}} - e^{\frac{-Z}{c}} \right\}, \end{aligned}$$

$e$  étant le nombre dont le logarithme hyperbolique est l'unité, &  $A$  étant fonction de  $t$  seul; car il est aisé de voir, que ces valeurs de  $x$  & de  $z$ , satisfont aux équations

$$\left( \frac{\partial x}{\partial X} \right) + \left( \frac{\partial z}{\partial Z} \right) = 0, \left( \frac{\partial x}{\partial Z} \right) = \left( \frac{\partial z}{\partial X} \right);$$

& à la condition de  $z = 0$  lorsque  $Z = 0$ . Si l'on change dans ces valeurs,  $Z$  en  $l$ , & qu'ensuite, on les substitue dans l'équation (T'), on aura

$$0 = -\frac{ga}{c} + \frac{gA}{c} \cdot \left\{ e^{\frac{l}{c}} - e^{\frac{-l}{c}} \right\} + \frac{\partial^2 A}{\partial t^2} \cdot \left\{ e^{\frac{l}{c}} + e^{\frac{-l}{c}} \right\}.$$

Si l'on intègre cette équation, en ayant soin de déterminer les constantes arbitraires, de manière qu'à l'origine du mouvement, on ait  $A = 0$ , &  $\frac{\partial A}{\partial t} = 0$ , on trouvera facilement

$$Z z z \text{ ij}$$

$$A = \frac{a}{e^{\frac{l}{c}} - e^{\frac{-l}{c}}} \cdot \{1 - \cos nt\},$$

$$n \text{ étant égale à } \sqrt{\frac{g \left( e^{\frac{l}{c}} - e^{\frac{-l}{c}} \right)}{e^{\frac{l}{c}} + e^{\frac{-l}{c}}}}, \text{ partant on a généralement}$$

$$x = a \cdot \frac{\left\{ e^{\frac{z}{c}} + e^{\frac{-z}{c}} \right\}}{e^{\frac{l}{c}} - e^{\frac{-l}{c}}} \cdot \sin \frac{X}{c} \cdot \{1 - \cos nt\},$$

$$z = -a \frac{\left\{ e^{\frac{z}{c}} - e^{\frac{-z}{c}} \right\}}{e^{\frac{l}{c}} - e^{\frac{-l}{c}}} \cdot \cos \frac{X}{c} \cdot \{1 - \cos nt\},$$

Il résulte de ces expressions, que les molécules intérieures du fluide oscillent d'une manière semblable à celles de la surface, avec cette seule différence, que leur mouvement dans le sens vertical, est moindre dans la raison de  $e^{\frac{z}{c}} - e^{\frac{-z}{c}}$ , à  $e^{\frac{l}{c}} - e^{\frac{-l}{c}}$ , & que leur mouvement dans le sens horizontal, est moindre dans la raison de  $e^{\frac{z}{c}} + e^{\frac{-z}{c}}$ , à  $e^{\frac{l}{c}} + e^{\frac{-l}{c}}$ ; d'où il suit, que si  $c$  est peu considérable, le mouvement du fluide sera presque insensible à une médiocre profondeur: il ne s'agit donc plus que de bien déterminer, pour tous les points situés à la surface du fluide, la signification des valeurs précédentes de  $x$  & de  $z$ , qui, ayant été données par l'intégration d'équations aux différences partielles, doivent être plutôt regardées comme des symboles, que comme de véritables expressions analytiques. Si l'on considéroit en effet sous ce dernier

rapport, le facteur  $1 - \cos. nt$ , qu'elles renferment, on feroit naturellement porté à conclure que la masse entière du fluide doit s'ébranler dès le premier instant du mouvement, & que chaque molécule fera éternellement des oscillations, dont la durée est égale à  $\frac{360^\circ}{n}$ ; or, l'une & l'autre de ces conséquences est démentie par l'expérience, qui nous montre que les parties du fluide s'ébranlent successivement, & que chaque molécule ne fait qu'un nombre fini d'oscillations, déterminé par la nature de l'ébranlement primitif, après quoi, elle reste en repos. La solution de cette difficulté mérite une attention particulière, en ce qu'elle renferme une application délicate du Calcul intégral aux différences partielles.

L'expression de  $z$ , devient à la surface du fluide,

$$z = a \cdot \cos. \frac{X}{c} \cdot \{ \cos. nt - 1 \} = a \left\{ \frac{1}{2} \cdot \cos. \left( \frac{X}{c} - nt \right) + \frac{1}{2} \cdot \cos. \left( \frac{X}{c} + nt \right) - \cos. \frac{X}{c} \right\};$$

la hauteur de la molécule fluide au-dessus du niveau du canal, étant égale à  $au + az$ , sera conséquemment égale à  $a \cdot a \cdot \left\{ \frac{1}{2} \cdot \cos. \left( \frac{X}{c} - nt \right) + \frac{1}{2} \cdot \cos. \left( \frac{X}{c} + nt \right) - \cos. \frac{h}{c} \right\}$ ; il faut donc déterminer la fonction arbitraire  $\phi(X)$  de l'expression générale de  $au + az$ , de manière que cette expression soit égale à la quantité précédente: or, on doit se rappeler ici, que  $t$  étant nul, la valeur de  $au + az$  est nulle, quel que soit  $X$ , lorsqu'il cesse d'être compris entre les limites  $+h$  &  $-h$ , en sorte que l'on a au-delà de ces limites,  $\cos. \frac{X}{c} = \cos. \frac{h}{c}$ . Cette considération doit donc nous guider dans la détermination des valeurs de  $\cos. \left( \frac{X}{c} \pm nt \right)$ , & nous devons supposer ce cosinus constamment égal à  $\cos. \frac{h}{c}$ , lorsque l'angle  $\frac{X}{c} \pm nt$  n'est pas compris entre les limites  $+\frac{h}{c}$  &  $-\frac{h}{c}$ ; d'où

résulte cette conséquence, savoir que la molécule déterminée par les coordonnées  $X$  &  $Z$ , ne commence à s'ébranler que lorsque le temps  $t$  est tel que l'angle  $\frac{X}{c} \pm nt$  commence à être compris entre ces limites, & qu'elle cesse d'être ébranlée lorsque cet angle cesse d'y être compris.

Ne considérons ici que les valeurs positives de  $X$  (on pourra faire des remarques entièrement semblables sur les valeurs négatives); supposons de plus,  $X$  plus grand que  $h$ , on aura dans ce cas  $\cos.(\frac{X}{c} - nt) = \cos. \frac{h}{c}$ , & l'expression précédente de  $au \pm az$  deviendra

$$\frac{aa}{2} \cdot \left\{ \cos.(\frac{X}{c} - nt) - \cos. \frac{h}{c} \right\};$$

la molécule fluide ne commencera donc à s'ébranler que lorsqu'on aura  $\frac{X}{c} - nt = \frac{h}{c}$ , ce qui donne  $t = \frac{X-h}{nc}$ ; elle cessera de s'ébranler lorsqu'on aura  $\frac{X}{c} - nt = -\frac{h}{c}$ , ce qui donne  $t = \frac{X+h}{nc}$ ; partant la durée de l'ébranlement fera  $\frac{2h}{nc}$ . Le temps de l'oscillation d'un pendule dont  $b$  représente la longueur, est  $\pi\sqrt{(\frac{b}{g})}$ ,  $\pi$  exprimant le rapport de la demi-circonférence au rayon; nommant donc  $T$  ce temps, on aura pour le temps après lequel la molécule fluide commence à s'ébranler,

$$t = \frac{X-h}{nc} = \frac{(X-h) \cdot \sqrt{\left(c^{\frac{1}{c}} + c^{\frac{-1}{c}}\right)}}{\pi\sqrt{(bc)} \cdot \sqrt{\left(c^{\frac{1}{c}} - c^{\frac{-1}{c}}\right)}} \cdot T,$$

& le temps de l'ébranlement fera

$$\frac{2h}{\pi c} = \frac{2h.T \cdot \sqrt{\left(e^{\frac{l}{c}} + e^{\frac{-l}{c}}\right)}}{\pi \sqrt{bc} \cdot \sqrt{\left(e^{\frac{l}{c}} - e^{\frac{-l}{c}}\right)}}.$$

Si la profondeur  $l$  du fluide est considérable par rapport à  $c$ , le temps  $t$  sera à très-peu près égal à  $\frac{X-h}{\pi \sqrt{bc}} \cdot T$ ; d'où il suit, qu'alors la profondeur plus ou moins grande du canal, n'influe que d'une manière insensible sur le temps de la propagation des ondes : si dans ce même cas  $h$  est très-petit, on aura sensiblement  $t = \frac{X}{\pi \sqrt{bc}} \cdot T$ ; or la largeur de l'onde, ou ce qui revient au même, l'étendue de la partie fluide ébranlée dans le même instant, est égale à  $2h$ ; cette largeur influe donc extrêmement peu sur le temps de la propagation, ce qui est bien contraire au résultat de Newton, suivant lequel ce temps est réciproquement comme la racine quarrée de  $h$ , au lieu que suivant notre théorie, il est réciproquement comme la racine quarrée de  $c$ .

Le cas que nous venons de discuter est très-remarquable, en ce qu'il embrasse tous ceux dans lesquels on suppose les ondes formées par l'immersion d'une courbe très-peu plongée dans l'eau; car si l'on nomme  $r$  le rayon osculateur de la courbe au point le plus bas qui plonge dans l'eau, on aura à très-peu près  $au = r(\cos. \frac{X}{r} - \cos. \frac{h}{r})$ ,  $\frac{h^2}{r}$  étant ici supposé de l'ordre  $\alpha$ ; on aura donc par ce qui précède, & en négligeant  $h$  par rapport à  $X$ ,

$$t = \frac{X}{\pi \sqrt{rb}} \cdot T \cdot \sqrt{\left\{ \frac{e^{\frac{l}{r}} + e^{\frac{-l}{r}}}{e^{\frac{l}{r}} - e^{\frac{-l}{r}}} \right\}};$$

d'où il suit que la courbe étant plongée plus ou moins profondément dans l'eau, le temps de la propagation des ondes

à une distance donnée, sera toujours le même, à peu-près comme le temps des oscillations d'un pendule est constant, quels que soient les arcs qu'il décrit, pourvu qu'ils soient fort petits. Si  $l$  est très-grand par rapport à  $r$ , on aura

$$t = \frac{X}{\pi \sqrt{rb}} \cdot T; \text{ en sorte que dans ce cas, les temps de la}$$

propagation des ondes engendrées par différentes courbes, ou par la même dans différentes situations, sont réciproquement comme les racines quarrées des rayons osculateurs, & les vitesses des ondes sont directement comme ces mêmes racines; il n'en est donc pas de la vitesse des ondes comme de celle du son, qui, comme l'on sait, est indépendante de l'ébranlement primitif de l'air.



*LONGITUDES ET LATITUDES,  
ASCENSIONS DROITES  
ET  
DÉCLINAISONS DES ÉTOILES*

*Qui environnoient le Disque lunaire au temps de la  
dernière Éclipse du 30 Juillet 1776.*

Par M. LE MONNIER.

LES plus anciennes Observations que j'ai faites de ces Étoiles à leur passage par le Méridien, sont du mois de Novembre 1744, comme il est facile de le vérifier à la page 25 du IV.<sup>me</sup> Livre de mes Observations de la Lune, imprimées & remises au Dépôt de la Marine, dont l'accès & les communications sont devenus libres cette année-ci par les ordres du Roi, que M. de Sartine, Ministre d'État, a procuré pour cet effet aux Académies des Sciences, &c. Celles des 4 & 8 Novembre, en les comparant avec  $\alpha$  de l'Aigle & avec  $\beta$  du Capricorne, m'ont donné pour ce temps-là,

7 Août  
1776.

*Ascensions droites moyennes.*

310<sup>d</sup> 03' 20".

310. 20. 05.

311. 16. 00.

*Déclinaisons moyennes méridionales.*

19<sup>d</sup> 44' 26".

18. 52. 23.

20. 00. 03.

La moyenne de ces trois Étoiles, de la sixième à la septième grandeur, est marquée pour lors quadruple sur mon registre; & si j'avois employé une lunette plus longue que celle de mon quart-de-cercle mural de 5 pieds, j'aurois pu observer les trois autres plus petites Étoiles, qui m'ont paru sur la même ligne droite inclinée de 30 à 40 degrés, avec le parallèle ou fil horizontal, vers le Nord-est & dans la lunette qui renverse: ayant supposé l'obliquité de l'écliptique apparente.

*Mém. 1776.*

Aaaa

554 MÉMOIRES DE L'ACADÉMIE ROYALE  
de 23<sup>d</sup> 28' 30", j'en ai déduit les longitudes & latitudes  
suivantes, les ayant réduites à l'année 1750.

*Étoiles sous le Verseau & au-dessus de la queue du Capricorne.*

*Latitudes méridionales.*

1750 = 7 <sup>d</sup> 21' 49".	1 <sup>d</sup> 18' 31".
1750 = 7. 50. 29.	0. 32. 13 $\frac{1}{2}$ Étoile quadruple.
1750 = 8. 23. 47.	1. 51. 17.

J'ai encore observé la dernière de ces Étoiles le jour même  
de l'Éclipse de Lune,

Et supposant son ascens. droite appar. le 30. Juillet au soir. 31 1<sup>d</sup> 43' 12 $\frac{1}{2}$ ".  
Et j'en ai déduit l'ascension droite du centre de la Lune. 310. 39. 03 $\frac{1}{2}$ ".  
Et sa déclinaison méridionale. . . . . 18. 23. 35.

Voici les passages observés à la pendule de Graham, &  
avec le grand quart-de-cercle mural de 8 pieds de rayon.

20<sup>d</sup> 39' 53 $\frac{1}{4}$ " passage du 1.<sup>er</sup> bord } de la Lune en 2'. 25".  
20. 42. 18 $\frac{1}{4}$ " passage du 2.<sup>d</sup> bord }

Le bord inférieur. . . . . 68<sup>d</sup> 25' 50".

Donc 20<sup>h</sup> 41' 05 $\frac{3}{4}$ " le centre à 68<sup>d</sup> 08'  $\frac{1}{2}$ " par les segmens.

20. 45. 30 $\frac{1}{2}$ " l'Étoile. . . . . 68. 42. 55.

Ainsi l'Étoile a passé au Méridien après la Lune 0<sup>h</sup> 4' 24"  
35", qui valent 1<sup>d</sup> 06' 09", & le temps vrai du passage de  
la Lune, sans avoir égard à la déviation du plan du limbe  
du quart-de-cercle, étoit 11<sup>h</sup> 59' 35 $\frac{1}{4}$ "; d'où l'on tire sa  
longitude au Verseau 8<sup>d</sup> 10' 54 $\frac{1}{2}$ ", avec 0<sup>d</sup> 09' 20" de  
latitude australe & à 0<sup>h</sup> 05' 31" de temps moyen. Les Tables  
de Flamsteed donnent au même instant 10<sup>d</sup> 08<sup>d</sup> 08' 50" du  
Verseau, & celles de Clairaut 26 $\frac{1}{4}$ " encore plus petite, ou  
2' 31" moins avancée que selon l'observation.

On pourra comparer avec les autres Tables cette longi-  
tude & latitude observées, ainsi que le milieu de l'Éclipse  
que j'ai déduit à 0<sup>h</sup> 4' 45" le 31. Juillet au matin, par l'im-  
mersion dans l'ombre à 11<sup>h</sup> 16' 40" & par l'émerfion que j'ai  
vue de même aussi distinctement à 12<sup>h</sup> 52' 50" temps vrai;  
mais il faudroit avoir égard au mouvement inégal de la Lune



qui a dû s'accélérer, puisque la Lune tendoit à son péigée, dont elle étoit encore éloignée d'un signe au temps de l'Éclipse.

L'émerfion s'est faite auffi, à caufe du changement de la Lune en latitude, un peu plus au Sud du difque que n'y a paru le commencement; j'ai déterminé celui-ci à  $10^h 19' 07'' \frac{1}{2}$ , lorsque les Tables l'auroient dû donner, ainfi qu'aux autres taches, beaucoup plus tard : or le point du limbe répondoit dans ces deux cas au *Palus Maræotis*, & vis-à-vis le mont *Acabe*, & fous le Nil, qui n'est marqué que dans la Sénélographie d'Hevelius. Or pour mieux juger de la trace de l'ombre, le *grand Lac noir* qui est à la partie boréale sur le difque a été touché par l'ombre  $2' 5''$  avant le mont *Sinaï*, situé vers la partie australe du difque lunaire : l'immersion & l'émerfion de cette tache-ci dans l'ombre, est arrivée de temps vrai à  $10^h 48' 25''$ , & à  $13^h 10' 35''$ , en forte que la durée dans l'ombre a furpaffé celle du difque de la Lune, évaluée ci-deffus à  $1^h 36' 10''$ , de  $0^h 46' 00''$ ; la tache observée étoit donc trop éloignée du centre du difque apparent, auquel il faudroit comparer les immersions & les émerfions de ces taches, pour en déduire le milieu de l'Éclipse.

La période ou faros représente une autre Éclipse observée à Paris cent huit ans auparavant, que les premiers Astronomes de l'Académie observèrent horizontale dans le lieu le plus élevé, une minute au Nord de la Bibliothèque du Roi, le 26 Mai au matin de l'an 1668. L'Historien François de l'Académie donne à  $3^h 47'$  le milieu de cette Éclipse, qui ne fut que de 10 doigts, la Lune ayant une latitude trop grande au Sud; le commencement se fit à  $2^h 12' 47''$  du matin, & il est dit que l'ombre de la Terre ayant commencé sur la partie orientale, vers le mont Porphirites, elle s'est étendue jusqu'au mont *Sinaï*; enfin le diamètre de la Lune parut alors de  $33' 28''$ .

Ismaël Bouillaud l'avoit observée pareillement au village d'Issy, dans la maison de M. Thévenot, & en a fait le calcul sur les Tables Philolaïques : il dit dans son registre manuscrit, *Capit e regione montis Germaniciani: non attigit montem Sinai*

*non obscurati fuerunt digiti X.* Il donne le commencement le 26 Mai au matin à  $2^h 12' 42''$ , l'étoile *Arcturus* étant élevée de  $30^d 58'$ , & quatre doigts lorsque l'ombre touchoit le mont *Ætna* à  $14^h 41' 48''$ , *Arcturus* étant élevé de  $26^d 14'$  enfin 9 doigts, mais un peu douteux, à cause que l'ombre paroïssoit mal terminée à  $15^h 10' 43''$ , *Arcturus* étant haut de  $21^d 30'$ ; & il avertit que la Lune n'étant qu'à 3 degrés de l'horizon tout au plus, au moins restoit-il deux doigts d'éclairés sur le disque apparent.

Quoique M. Bouillaud ait conclu que l'observation de cette Éclipse s'accorde avec les Tables Philolaïques, dont il donne le calcul en entier, il ne sera pas inutile d'examiner ici ce que peuvent donner les phases qu'il a observées, & d'abord par le calcul du commencement, lequel ayant été observé par M. Picard & les autres Astronomes de l'Académie, dont il cite l'observation dans ses registres, doit exciter d'autant mieux notre curiosité, que les Tables Newtoniennes de Flamsteed indiquent l'anomalie moyenne  $5^f 14^d 10'$ , c'est-à-dire, que la Lune étoit  $0 \frac{1}{2}$  signe plus près cette fois-là de son périégée.

### REMARQUES ET ADDITIONS.

Éclipses  
comparées.

I. La durée du passage du disque lunaire a été observée au Méridien de  $0^h 2' 25''$  à la Pendule, & la révolution de la Lune au Méridien, par un mouvement composé qui a dû compléter les 360 degrés, a été de  $25^h 3'$  à la Pendule, ce qui donne en minutes de degrés  $34' 43'' \frac{1}{2}$ ; ou bien convertissant les  $2' 25''$  de temps en degrés, suivant l'ancienne méthode, on aura  $36' 15''$  moins  $1' 21'' 33'''$ , c'est-à-dire,  $34' 43'' 27'''$ : la Lune s'étoit avancée vers l'Est de  $13^d 29' \frac{4}{5}$  en vingt-quatre heures selon l'Almanach, & à proportion de  $1' 21'' 33'''$  pendant la durée du passage de son diamètre horizontal. La déclinaison méridionale étoit  $18^d 23'$ , & il faut réduire l'arc de  $34' 43'' \frac{1}{2}$  du parallèle à l'Équateur à celui d'un grand cercle, c'est-à-dire, à  $32' 57'' \frac{1}{4}$  pour le diamètre horizontal

de la Lune que l'on cherche; d'ailleurs au Méridien, le diamètre vertical qu'on prétend avoir été mesuré de  $33' 37''$ , paroît trop grand; si l'on y ajoute 4 secondes pour la réfraction, & ôtant 13 secondes pour la réduction à l'horizon, ce qu'il étoit essentiel de vérifier ici.

II. J'ai aussi calculé par les Tables des Institutions, l'Éclipse de 1768, & à l'heure du commencement observé par M. Picard, qui ne diffère que de 5 secondes de temps de ce qui a été vu pareillement par Bouillaud, je trouve la Lune au Sagittaire  $4^d 30' 53''$ ; sa latitude méridionale  $0^d 31' 53''$ ; le lieu opposé au Soleil étoit alors au Sagittaire  $5^d 23' 48''$ ; le demi-diamètre du Soleil  $15' 52'' \frac{1}{2}$ ; la parallaxe  $60' 32'' \frac{1}{2}$ , & augmentant de 25 à 30 secondes le demi-diamètre de l'ombre, on aura  $45' 10''$ ; d'où l'on tire la différence en longitude, par les quarrés, à l'instant du commencement de l'Éclipse, de  $53' 3'' \frac{1}{2}$ ; ce qui excède à peine de 8 secondes de degrés ce que nous indiquent les Tables Newtoniennes.

Les autres phases de l'Éclipse de 1768, sont trop vagues pour en faire usage, puisque la phase de six doigts n'y est pas rapportée, au moins aux histoires & manuscrits déjà cités.

Si les Tables Newtoniennes s'accordoient aux observations aux temps de l'Éclipse de 1768, peut-être ne seroient-elles plus dans le cas de l'erreur, si on y eût ajouté une équation de plus, savoir l'accélération du mouvement de la Lune qu'on y avoit indiquée, & que j'ai ébauchée déjà de  $1' \frac{1}{2}$ , ou  $1' 34''$  en cent ans dans l'Astronomie nautique lunaire, ainsi qu'aux Institutions astronomiques, page 156. Sur cela je renvoie aux autres observations de Bouillaud, comparées aux nôtres.

À Toulouse, M.<sup>rs</sup> Garipuy ont vu le commencement au nord du *Palus Marçotis*, à.....  $10^h 15' 30''$ .

L'Immersion à.....  $11. 13. 35$ .

L'Émergence à.....  $12. 49. 25$ .

Et au sud la fin à.....  $13. 48. 55$ .

Or la plus austr. ou principale des Étoiles a passé à  $5'$  du bord austr. de C.

À  $11^h 36' 08'' \frac{1}{2}$ , Immersion sous le disque d'une Étoile plus boréale.

À  $12. 39. 22 \frac{1}{2}$ , Émergence: à une autre lunette, elle s'est faite à  $12^h 39' 24''$ ,



DE L'AMPLITUDE DU SOLEIL  
À SON COUCHER,  
OBSERVÉE À SAINT-SULPICE.

Par M. LE MONNIER.

Lû  
le 20 Déc.  
1776.

**I**L y a déjà deux ans que j'ai annoncé le projet de ce travail, dans nos Assemblées, & le Gouvernement vient d'en prendre connoissance, le Ministère ayant d'ailleurs fait délivrer des fonds pour achever sans interruption le grand Portail qui fait face à l'ouest, & qui surpasse déjà 25 toises de hauteur. *Voy. les Mém. de 1774, p. 253.*

À 5400 toises, où se termine l'horizon qu'on y découvre, je trouve que 10 minutes y répondent à près de 16 toises d'élévation sur ce Portail. Je ferai bientôt voir le double avantage pour l'Astronomie, d'observer l'amplitude dans ce lieu, qui d'ailleurs offre une des moindres traversées d'air épais & fumées sur les maisons & jardins du faubourg Saint-Germain; ce qui est un avantage réel, principalement dans une saison où règnent le plus souvent des vents du Sud.

Comme il sera désormais libre à l'Observateur de s'établir sur l'une des tours du Portail, & d'y placer solidement les instrumens nécessaires à l'abri de toute insulte, je ferai tout mon possible pour y établir dans l'horizon, tant les vrais points cardinaux, que les amplitudes occidentales des solstices d'hiver & d'été : celle-ci, comme je l'ai fait voir, est augmentée d'environ 45 minutes pour l'effet de la réfraction horizontale, & l'autre au contraire en doit être presque autant diminuée. Je vais donc commencer par les azimuts du solstice d'hiver, que j'avois déjà ébauchés le 10 de ce mois, le bord suivant ou austral du Soleil ayant quitté l'objet que j'apercevois dans l'horizon sensible à  $4^h 3' 31''$ , ce qui m'a donné l'amplitude du centre  $36^d 29' \frac{1}{2}$ , & par conséquent celle de l'objet fixe, & duquel le Soleil se séparoit de  $36^d 45' \frac{3}{4}$  : le même calcul

donne aussi à cet instant le centre du Soleil à  $89^{\text{d}} 59' 55''$  du Zénith.

Le 19 Décembre, les vents du Sud remontant à peine à l'Ouest - nord - ouest, ayant rétabli un ciel serein, & le Thermomètre étant assez constamment à 5 degrés, le Baromètre à 27 pouces  $\frac{1}{2}$ , j'ai vu très-distinctement le coucher du Soleil, savoir à  $3^{\text{h}} 59' 15''$  lorsque le bord inférieur a touché le sol, & à  $4^{\text{h}} 03' 24''\frac{1}{2}$  lorsqu'il a disparu; le point le plus élevé de la circonférence étant directement sous l'objet aperçu le 10 de ce mois, lorsque son bord suivant avoit quitté le vertical de ce point remarquable dans l'horizon sensible : le calcul me donne pour le deuxième de ces instans observés, savoir  $4^{\text{h}} 3' 24''\frac{1}{2}$ , la distance du Soleil au Zénith  $90^{\text{d}} 19' 55''\frac{1}{2}$ , & l'amplitude  $36^{\text{d}} 45'\frac{2}{5}$ ; mais on aura plus exactement cette amplitude, pour la comparaison de cet objet stable avec un autre de pareille nature, qui est plus au Sud où le 1.<sup>er</sup> bord du Soleil a passé à  $4^{\text{h}} 00' 37''\frac{1}{2}$  : la distance des deux objets ne tardera pas à être mesurée au micromètre.

Il m'est déjà facile de comparer ces observations avec celles que j'ai faites à l'Observatoire en 1741, le 21 Décembre, & qui sont déjà imprimées dans le Recueil de mes Observations de la Lune. Mon quart-de-cercle mobile étoit alors placé dans la Tour occidentale, à la hauteur de la grande Salle, & je vis disparaître le bord supérieur du Soleil à hauteur de  $0^{\text{d}} 43' 15''$  à  $20''$  : à la vérité le sol où les derniers rayons du Soleil ont disparu n'étoit guère éloigné que de 3000 toises, savoir sur la butte de Châtillon. La proximité du lieu le faisoit paroître irrégulier & planté d'arbres ou bois taillis, & j'aurois bien souhaité pour lors m'en éloigner trois fois davantage, en me plaçant sur les hauteurs aux environs de Romainville, en m'approchant de la forêt de Bondi, la rondeur de la Terre & un sol plus élevé n'auroient fait apercevoir plus long-temps le Soleil, & même jusque dans l'horizon sensible.

Je me contentai donc pour lors de mesurer la réfraction du bord supérieur du Soleil, lorsque peu de temps avant son coucher apparent, savoir à  $3^{\text{h}} 59' 04''$ , il m'a paru élevé de

0<sup>d</sup> 55' 07"  $\frac{1}{2}$ ; la saison semblable à celle que nous espérons cette année, n'indiquoit point de gelée à cause des vents de Sud : ainsi la réfraction à cette hauteur fut trouvée 3' moindre qu'à pareille hauteur à l'orient & après le lever du Soleil en 1740, & je l'ai conclue fort exactement de 24' 43"  $\frac{1}{2}$ .

On est donc fondé à demander, d'après une observation aussi exacte, quelle a dû être ce jour-là la réfraction horizontale; mais deux difficultés nouvelles se présentent ici, & rendent la question plus compliquée : il faudroit d'abord demander si la réfraction est la même pour l'attouchement du bord inférieur à l'horizon sensible que pour le bord supérieur, à cause de la décomposition des rayons; en un mot, si le diamètre du Soleil emploie plus de 4' 12" à se plonger pour lors dans l'horizon, que ce qui s'en déduit par le calcul?

En second lieu, on demande suivant quelle loi la réfraction doit-elle augmenter depuis 89 degrés de distance au Zénith, jusqu'à l'instant où elle doit paroître horizontale absolument? Dans le dernier siècle, on l'a fait s'accroître de 4'  $\frac{2}{3}$  & de 5'  $\frac{2}{3}$ ; mais lorsque M. Halley a publié, il y a plus de cinquante ans, la Table des réfractions de M. Newton, l'accroissement a paru de 10'  $\frac{2}{3}$  à 12'  $\frac{1}{3}$ , ou deux fois 6'  $\frac{1}{6}$ ; ajoutant que Taïlor, après avoir examiné la nature de la courbe que décrivent alors les rayons dans l'atmosphère, l'a trouvée difficile à traiter, & bien plus compliquée qu'à de plus grandes hauteurs. Enfin M. Bouguer, qui a construit la Table par les observations faites au Pérou & à Chimborazo, n'admet pour le niveau de la mer que 6 minutes depuis 89 degrés de distance au Zénith jusqu'à l'horizon pour l'accroissement de la réfraction.

Il est donc visible que toutes ces considérations demandent, dans des saisons constantes & réglées aux environs des solstices, un travail suivi & qui ne peut être limité à une seule année; & c'est ce dont je me propose de rendre compte successivement à l'Assemblée, lorsqu'il me sera possible de faire à Saint-Sulpice dans un lieu clos & à l'abri du vent une longue suite d'observations,



## CONSTELLATION

DU

## SOLITAIRE.

Par M. LE MONNIER.

ASCENSIONS DROITES.	DÉCLINAISONS	LONGITUDES.	LATITUDES.
210 <sup>d</sup> 24' 54"	17 <sup>d</sup> 07' 32" $\frac{1}{2}$ S.	m 4 <sup>d</sup> 12' 33"	4 <sup>d</sup> 20' 12" $\frac{1}{2}$ au Sud.
212. 31. 30	19. 34. 20	6. 55. 00	5. 52. 00
212. 53. 05	18. 48. 50	7. 02. 30	5. 15. 10
212. 53. 35	18. 49. 07 $\frac{1}{2}$	7. 02. 55	5. 13. 37 $\frac{1}{2}$
214. 12. 10	19. 35. 05	8. 28. 35	5. 32. 15
214. 28. 48	22. 19. 10	m 9. 38. 07 $\frac{1}{2}$	8. 01. 52 $\frac{1}{2}$
215. 12. 00	19. 20. 07 $\frac{1}{2}$	9. 16. 55	4. 58. 42 $\frac{1}{2}$
216. 50. 20	18. 50. 05	10. 35. 35	4. 01. 05
217. 01. 40	22. 20. 15	11. 53. 20	7. 15. 45
217. 53. 37 $\frac{3}{4}$	24. 23. 10	13. 18. 20	8. 57. 12 $\frac{1}{2}$
220. 46. 20	20. 16. 52 $\frac{1}{2}$	m 14. 34. 35	4. 14. 27 $\frac{1}{2}$
221. 02. 20	16. 19. 22 $\frac{1}{2}$	13. 37. 10	0. 23. 30
222. 16. 30	16. 36. 30	14. 40. 17 $\frac{1}{2}$	0. 21. 52 $\frac{1}{2}$
222. 22. 20 $\frac{1}{2}$	24. 16. 45	17. 13. 17 $\frac{1}{2}$	7. 36. 55
222. 55. 10	21. 27. 07 $\frac{1}{2}$	16. 51. 57 $\frac{1}{2}$	4. 45. 37 $\frac{1}{2}$
223. 01. 02 $\frac{1}{2}$	21. 22. 09	16. 48. 40	4. 20. 07 $\frac{1}{2}$
225. 29. 00	21. 26. 40	m 19. 09. 10	4. 04. 07 $\frac{1}{2}$
228. 30. 45	24. 14. 55	22. 36. 17 $\frac{1}{2}$	6. 01. 25
229. 02. 57 $\frac{1}{2}$	19. 50. 17 $\frac{3}{4}$	21. 55. 12 $\frac{1}{2}$	1. 37. 12 $\frac{1}{2}$
229. 36. 07 $\frac{1}{2}$	23. 36. 42 $\frac{1}{2}$	23. 28. 02 $\frac{1}{2}$	5. 07. 49
230. 57. 02 $\frac{1}{2}$	20. 10. 15	23. 43. 42 $\frac{1}{2}$	1. 29. 30
231. 08. 05	18. 27. 25	23. 28. 47 $\frac{1}{2}$	0. 13. 07 $\frac{1}{2}$ N.

Lû  
le 21 Août  
1776.

Mém. 1776.

Bbbb

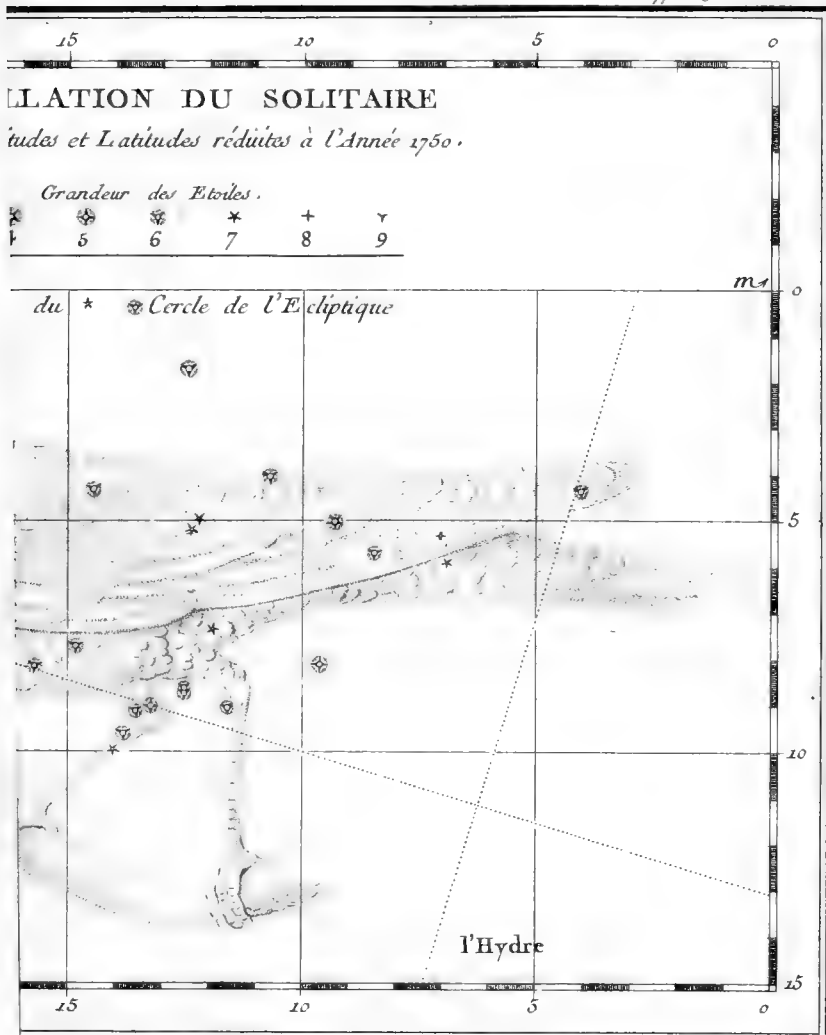
Le grand vide si apparent sous les bassins de la Balance, & qu'on aperçoit dans les zodiaques de Senex & d'Heulland, m'avoit déterminé il y a long-temps à vérifier dans les crépuscules, & à chaque mois lunaire, la position des plus petites Étoiles de la sixième à la neuvième grandeur, puisqu'on les aperçoit dans le ciel avec les nouvelles lunettes achromatiques ordinaires, quoiqu'on les ait omises dans les Catalogues.

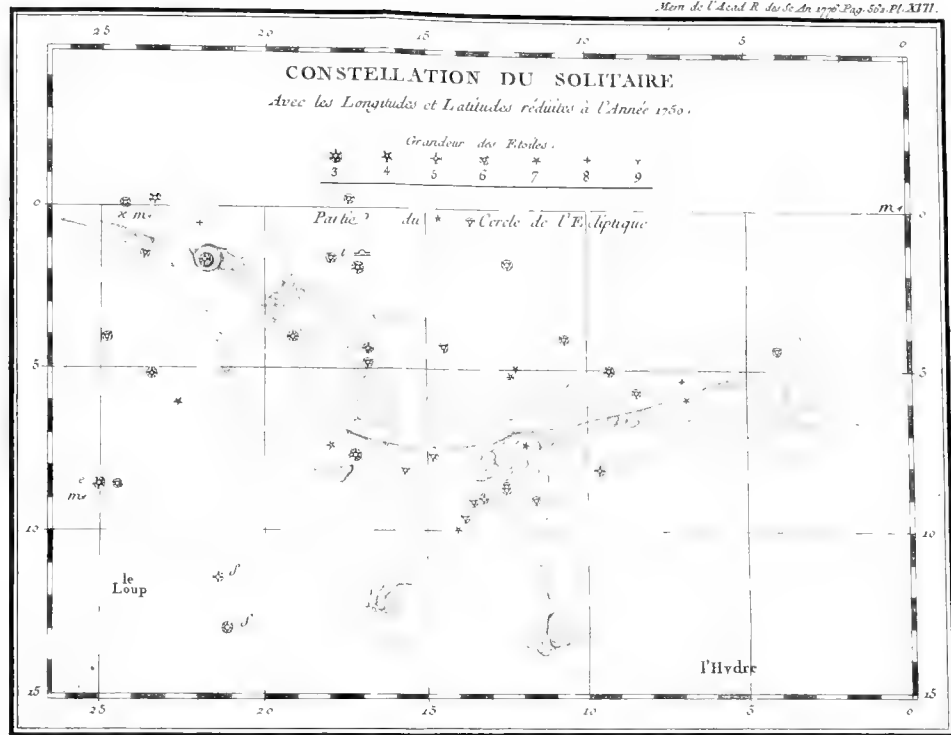
La Lune, comme je viens de le dire, rencontre à chaque mois ces Étoiles; en sorte que leurs occultations nous donnent aussi sûrement que les autres Étoiles du zodiaque éclipsées par la Lune, les positions géographiques terrestres, puisque les latitudes des Étoiles aident à déterminer la longitude de cet Astre, aux instans des occultations instantanées, comme j'en ai averti dès l'année 1741.

J'ai observé la plus grande partie de ces Étoiles à mes deux quarts-de-cercles muraux, & la figure de la constellation du Solitaire (oiseau des Indes & des Philippines) a été préférée, en mémoire du voyage en l'île Rodrigue, m'ayant été fournie par M.<sup>is</sup> Pingré & Brillon: voyez le *tome II de l'Ornithologie*: cette constellation sera voisine du Corbeau & de l'Hydre sur nos planisphères & globes célestes.









## EXAMEN

DE LA

COMBINAISON DE L'ACIDE CONCRET DU TARTRE  
AVEC LE ZINC.

## Quatrième Mémoire.

Par M. DE LASSONE.

DANS l'examen & l'analyse que les Chimistes ont fait du Zinc, en le soumettant à l'action des acides, ils ont négligé de rechercher les effets comparés de l'acide concret du tartre; je crois que M. Pott, & l'Auteur du *Traité de la dissolution des Métaux*, publié en françois en 1775, sont les seuls qui aient fait mention de cette combinaison; mais ce qu'ils en disent en peu de mots, & d'une manière générique, se borne presque à énoncer la dissolubilité du zinc par ce foible acide concret. On peut consulter la Dissertation particulière de M. Pott, sur ce minéral, & l'autre Auteur, page 212 de l'Ouvrage cité.

24 Juillet  
1776.

En variant cette expérience, & en la suivant plus particulièrement dans les détails dont elle est susceptible, il m'a paru qu'elle offroit des phénomènes qui n'ont point été observés; & qui méritent d'être connus.

Je mis dans une capsule de verre profonde, demi-once de limaille de zinc & une once de crème de tartre en poudre fine, après les avoir triturées pour en faire un mélange exact; je n'y versai d'abord de l'eau distillée froide, qu'autant qu'il en fallut pour réduire la masse seulement en une pâte bien liquide. Le vaisseau fut placé sur un bain de sable, qui ne communiquoit qu'une douce chaleur; à peine ces deux matières eurent été humectées, qu'elles commencèrent à agir très-visiblement l'une sur l'autre. En remuant avec une spatule de verre, il se développa d'abord beaucoup de bulles

Bbbb ij

d'air, qui se succédoient rapidement, & qui n'étoient pas des signes équivoques d'une vraie effervescence. Dès que cette première action fut animée par la chaleur communiquée, bientôt elle devint plus forte; j'avois soin d'agiter plusieurs fois, chaque jour, le mélange; & ce mouvement excitoit toujours une effervescence vive & bruiante. L'air qui se dégageoit alors & s'échappoit en grande quantité, occasionnoit un gonflement considérable de toute la masse; pour entretenir à peu-près le même degré d'humectation, j'avois soin d'ajouter de temps en temps un peu d'eau distillée. Au bout de six jours la limaille de zinc avoit déjà perdu en partie son brillant métallique; le mélange avoit pris beaucoup de liant & de viscosité: devenu semblable à une pâte qui fermente, il s'étoit tellement gonflé & raréfié, que je fus obligé de le mettre dans une capsule plus grande, quoique la première fût capable de contenir environ douze onces de liqueur.

Les premiers jours, ces matières en se pénétrant donnèrent une odeur comme vineuse & un peu aromatique, assez semblable à celle que produisent le fer & le tartre quand on les humecte pour en faire les boules martiales. Je continuai ainsi deux mois de suite à digérer au même degré d'une chaleur très-douce, en remuant souvent avec une spatule de verre, & en ajoutant par intervalles un peu d'eau distillée, à mesure que l'évaporation insensible rendoit la matière trop épaisse; & presque pendant tout ce temps le mouvement répété & l'affusion d'une nouvelle portion d'eau ne cessèrent de renouveler le bouillonnement, l'effervescence & le gonflement; de jour en jour le mélange devint plus visqueux, plus tenace & plus collant. Le brillant métallique disparut entièrement; alors la masse assez semblable à une gomme opaque & blanchâtre, ou à une espèce de glu très-épaisse, paroïsoit couverte & pénétrée d'un grand nombre de points noirâtres.

Enfin, lorsqu'après plus de trois mois, ces deux matières ainsi altérées par une pénétration réciproque, ne donnèrent plus aucun signe d'action, soit par le développement des bulles

d'air, soit par le gonflement; en remuant avec la spatule, & en ajoutant une portion d'eau, je jugeai que l'opération avoit été poussée aussi loin qu'elle devoit l'être.

Je fis un partage de la matière, les deux tiers furent réservés pour un examen ultérieur, l'autre tiers fut mis dans une petite capsule sur un bain de sable, où je le laissai condenser insensiblement & sécher; il perdit difficilement l'eau qui le rendoit si gluant & si visqueux. Parvenue enfin au point de dessiccation, cette matière saline eût toute l'apparence d'une gomme, & sa couleur auparavant blanchâtre prit une teinte jaune assez foncée, en conservant dans les parties condensées une sorte de diaphanéité. Appliquée sur la langue, elle n'imprima qu'une saveur fade; je n'y démêlai rien de décidément salin ni de métallique; j'en mis une portion en poudre, je la mêlai dans l'eau distillée, en agitant & secouant fortement le vaisseau à diverses reprises. L'eau devint blanche & laiteuse; mais par le repos & par le dépôt d'un grand nombre de flocons blanchâtres, cette eau reprit sa transparence, conservant néanmoins dans toutes ses parties une sorte de nuage qui la rendoit un peu louche; la chaleur ne favorisa pas davantage la dissolution; effectivement cette substance gommeuse, n'est pas à proprement parler soluble; je m'en suis encore mieux convaincu par l'examen ultérieur de la même matière non desséchée, que j'avois réservée pour la soumettre à l'ébullition, & pour essayer par-là de mieux démêler le caractère de cette combinaison.

Je délayai ce magma gommeux dans un poëlon d'argent avec environ deux pintes d'eau, & je le fis bouillir plus de demi-heure; la liqueur devint blanche & laiteuse, il se forma à sa surface une pellicule mince & blanchâtre, elle paroissoit grasseuse; mais l'ayant prise entre les doigts, je reconnus qu'elle poissoit fortement, & qu'elle étoit inodore; elle n'étoit donc point grasseuse, encore moins saline, car je ne lui trouvai pas la moindre saveur; je décantai la liqueur sur un entonnoir de papier, elle passa difficilement & lentement, mais claire & légèrement citrine. En la goûtant, je n'y trouvai

qu'une saveur fade & nullement saline; le filtre retint un magma fort épais, & qui poissoit; au fond du poëlon étoit restée une bonne quantité de matière grise tirant sur le bleu. Quoique divisée en parcelles différentes, je parvins aisément à n'en former qu'une masse, en rapprochant & comprimant avec une spatule toutes ces parties désunies, parce qu'elles étoient collantes & visqueuses; je fis bouillir encore plus de trois quarts d'heure ce résidu dans pareille quantité d'eau que j'y versai. La liqueur blanche & laiteuse fut filtrée comme la première, & laissa de même un enduit épais & collant sur les parois du filtre; je réitérai jusqu'à six fois l'affusion de la nouvelle eau, & l'ébullition sur la matière qui restoit, dans la vue d'en extraire toute la matière saline qu'elle pouvoit contenir. Enfin elle fut réduite à une très-petite quantité, qui ne pesoit plus qu'environ douze grains; elle étoit pulvérulente, sans liaison, douce au toucher, & ne rendoit plus l'eau blanche ni même louche; c'étoit du zinc entièrement déflorifié.

Je réunis toutes les liqueurs filtrées, & les fis évaporer dans un poëlon d'argent, à une chaleur modérée; lorsque l'évaporation fut au tiers, il parut à la surface une pellicule mince, terne, très-douce au tact, poissant fortement & sans aucune saveur; pendant l'évaporation, il ne s'étoit échappé aucun miasme odorant. La liqueur retirée du feu & abandonnée au repos, laissa déposer une matière blanchâtre, légère, comme mucilagineuse, & semblable à celle que le filtre avoit retenue, & avec laquelle je la mêlai; l'évaporation de la même liqueur fut encore poussée jusqu'à la diminution des trois quarts, ce qui restoit avoit un peu plus de consistance, mais étoit encore sans saveur. Il s'y forma une nouvelle pellicule mince, pareille à celle dont j'ai déjà parlé; & du soir au matin, il se fit aussi un dépôt abondant & visqueux; je décantai la liqueur dans une capsule, que j'exposai à la chaleur d'un bain de sable; lorsqu'elle fût réduite à deux onces, je la refiltrai, pour séparer un nouveau dépôt; elle passa claire, mais très-colorée; je lui trouvai alors une saveur

un peu métallique : cette faveur, qu'elle imprimoit sur les papilles de la langue, avoit une astringion très-marquée. Il ne parut point de nouvelle pellicule ; je crus devoir faire évaporer davantage la liqueur, & la réduire à-peu-près à demi-once. Par le refroidissement, elle prit la consistance d'un magma fort épais, d'une couleur brune foncée ; je trouvai dans le fond du vaisseau de petits cristaux aiguillés, & sur les parois une espèce d'enduit jaunâtre, savonneux & salin, d'une faveur douceâtre, assez semblable à celle du sucre de Saturne. Le magma mis sur un charbon ardent se boursouffla, & répandit une vapeur odorante, comme celle de la crème de tartre.

Je réunis ensuite toutes les matières arrêtées sur les filtres ; la masse avant sa dessiccation étoit d'un blanc sale, collante, visqueuse, très-douce au tact, & n'ayant qu'une faveur fade ; en séchant sur un bain de sable tempéré, elle prit beaucoup de retraite ; sa couleur devint d'un gris foncé ; elle happoit la langue, & y laissoit une impression un peu douceâtre ; jetée sur un charbon embrasé, elle donna une vraie odeur de tartre brûlé.

Je procédai de même, & en employant de semblables proportions, c'est-à-dire, une once de crème de tartre & demi-once des fleurs de zinc les plus subtiles ; pendant tout le temps de la digestion, il n'y eût pas la moindre apparence de dégagement d'air, ni de boursoufflement du mélange. Les matières ne formèrent point, comme avec la limaille de zinc, un magma épais & visqueux ; après avoir continué longtemps la digestion au même degré de feu, & en ajoutant de l'eau distillée, lorsque cela étoit nécessaire, je fis bouillir demi-heure la matière avec une pinte d'eau dans un vaisseau d'argent ; la liqueur devenue trouble & laiteuse fût décantée & filtrée à travers le papier ; elle passa claire. Sur la matière restée dans le vaisseau, je versai une pareille quantité d'eau, qui fut aussi entretenue bouillante demi-heure, & ensuite filtrée ; je réitérai ces opérations jusqu'à ce que l'eau chaque fois renouvelée se fut chargée en bouillant de toute la matière,

qui avoit été mise dans le vaisseau d'argent. Les liqueurs filtrées, claires, sans couleur, & n'ayant qu'une saveur fade, furent mêlées & ensuite évaporées; lorsqu'elles eurent été réduites à peu près à la moitié de leur volume, le reste se troubla, & laissa ensuite déposer une poudre blanche, très-fine & très-subtile; je versai le tout sur le même filtre qui m'avoit déjà servi, & qui retint cette portion de terre précipitée. Quoique la nouvelle liqueur filtrée fût déjà bien rapprochée, elle n'avoit encore aucune saveur sensiblement saline; & comme en poursuivant l'évaporation, je vis qu'il ne se formoit ni pellicule, ni dépôt, & que la liqueur ne s'épaississoit point, je continuai cette réduction, jusqu'à ce qu'il ne restât plus qu'environ deux gros d'un fluide coloré en jaune foncé, dont je trouvai alors la saveur fade, douceâtre, désagréable & métallique; en un mot semblable par ces caractères à cette espèce d'eau mère, que j'avois obtenue à la fin de l'évaporation de toute l'eau filtrée, après l'avoir fait bouillir sur le mélange combiné de la crème de tartre & de la limaille de zinc; mais je n'eus aucuns cristaux, ni enduit savonneux & salin.

Je rassemblai ensuite & réunis tout ce que les filtres avoient retenus; & par la dessiccation à feu lent j'obtins une matière d'un blanc grisâtre, dépourvue de liant, absolument pulvérulente, n'ayant qu'une saveur fade & point saline. Son poids, à l'exception d'à-peu-près un scrupule ou vingt-quatre grains, égaloit celui des deux matières que j'avois d'abord employées. Un peu de cette poudre projetée sur un charbon ardent frappoit l'odorat comme le tartre qui brûle.

En la faisant digérer dans le vinaigre distillé, les fleurs de zinc sont dissoutes; & dans le fond on retrouve la crème de tartre bien isolée, mais un peu colorée, terreuse & dépourvue d'acidité.

En répétant la même expérience avec la masse concrète, que produit la combinaison de la crème du tartre & du zinc en limaille, on obtient les mêmes effets. Il n'y a de différence que dans la couleur plus foncée de la crème de tartre,



tartre , après son divorce avec le zinc , qui paroît lui avoir fourni une portion de son principe inflammable & colorant , avec lequel il est évident qu'il a une grande affinité.

Il me restoit à examiner si je ne parviendrois pas à faire plus facilement cette même combinaison de l'acide tartareux & du zinc , en projetant successivement & immédiatement ces deux matières dans l'eau bouillante , & les soumettant ainsi tout de suite à son action , pour rendre la dissolution plus efficace & plus rapide.

Je fis fondre une once de crème de tartre en poudre dans une livre d'eau bouillante ; j'y projetai ensuite peu-à-peu deux gros de zinc en limaille : ce mélange produisit une très-vive effervescence , elle s'accrut au point que si je n'eusse pas promptement retiré du feu le vaisseau , la liqueur eût débordé , & se fût en partie répandue : cette effervescence rendit promptement l'eau trouble & laiteuse. Je continuai l'ébullition deux heures , en ajoutant de l'eau , à mesure qu'elle diminuoit par la rapidité de l'évaporation ; après ce temps , l'effervescence dépendante de la réaction des deux matières ne paroissoit pas entièrement cessée : je filtrai la liqueur pour retenir sur le papier la matière , qui rendoit l'eau blanchâtre & opaque , & pour avoir séparément la combinaison purement saline ; cette liqueur filtrée étoit claire & limpide , elle avoit une légère saveur métallique , où l'on ne démêloit rien d'acide. Je la fis évaporer doucement sur un bain de sable dans une capsule de verre , elle prit sans se troubler une teinte jaune & se couvrit d'une pellicule mince & saline , qui n'étoit qu'une petite portion de crème de tartre ; l'évaporation fut continuée jusqu'à la réduction à peu-près de moitié : la capsule fut ensuite déposée dans un endroit frais , il se forma de petits cristaux ; égoutés sur le papier gris , ils restèrent fort jaunes ; mis sur un charbon embrasé ils donnèrent l'odeur du tartre , c'étoit un vrai sel de zinc tartareux : cette même liqueur fut encore évaporée aux trois-quarts , sans qu'il se formât de nouvelle pellicule à sa surface ; mais il se précipita une petite quantité d'une poudre jaunâtre , qui n'étoit qu'une

chaux de zinc coloré, que je retins sur le papier en refiltrant; malgré cette dernière réduction, il ne se forma plus de cristaux. Je fis encore évaporer, & la liqueur enfin rapprochée à ce point, & d'une couleur plus foncée, s'épaissit, & prit à peu-près la consistance d'un syrop; elle déposa sur les parois de la capsule un enduit comme mucilagineux & salin, formé par un amas de petits cristaux imparfaits réunis en une espèce de rainceaux ou de barbes de plume (a), & dans le fond elle laissa précipiter un magma très-épais, savonneux & salin, que je jugeai par estimation devoir peser environ demi-once; cette liqueur syrupeuse, ainsi chargée de zinc tartarisé, avoit une saveur âcre, acerbe & fortement métallique.

La matière restée sur les filtres n'étoit ni tenace, ni compacte; lentement desséchée elle se mettoit d'abord en poudre; c'étoit un combiné de crème de tartre & de zinc: ce qui fut prouvé par une nouvelle extraction que j'en fis avec l'eau bouillante, & que je filtrai. Mais comme il me resta encore beaucoup de zinc dépouillé de tartre, par conséquent insoluble, j'ajoutai de nouvel acide tartareux: procédant ainsi par des ébullitions & des filtrations répétées, je parvins à combiner complètement le zinc avec ce dissolvant tartareux, & à faire passer par le filtre toutes ces dissolutions, les réduisant ensuite à cette espèce de magma savonneux & salin dont j'ai déjà parlé.

Résumons en peu de mots les détails, & rapprochons en même temps les inductions qui en résultent.

1.<sup>o</sup> L'action réciproque & la combinaison du zinc métallisé, de sa chaux & de l'acide concret du tartre sont bien réelles.

2.<sup>o</sup> Cette combinaison faite selon le premier procédé, en humectant peu-à-peu, & digérant long-temps à une douce chaleur, ou même à froid, le mélange dans les proportions de deux parties de crème de tartre & d'une partie de zinc, forme un mixte demi-salin, où les deux matières paroissent d'abord saturées l'une par l'autre; cependant quand on veut

---

(a) L'auteur du *Traité de la Dissolution des Métaux* a observé ces cristaux.

étendre ensuite par l'eau bouillante & filtrer la dissolution, on reconnoît que cette masse n'est réellement soluble que dans quelques-unes de ses parties, & que la plus grande portion, quoiqu'encore combinée avec le tartre, n'est susceptible que d'être divisée & non-dissoute par l'eau. Si l'on se hâtoit d'en inférer que l'acide concret du tartre ne peut jamais dissoudre le zinc qu'imparfaitement & incomplètement, on avanceroit une erreur qui est bien démontrée par la dernière expérience, où la combinaison fut faite, en projetant d'abord les deux matières dans l'eau bouillante, & les soumettant tout de suite à son action coopérante; mais si l'on a vu par les détails de ce procédé que je suis venu à bout de réduire la totalité du zinc en un état salin, & de le faire passer ainsi par le filtre, après son union avec le tartre; on doit se rappeler aussi qu'ayant d'abord employé moitié plus de crème de tartre, c'est-à-dire, une quantité quadruple, relativement à celle du zinc, j'ajoutai encore successivement de nouvelles portions de ce dissolvant concret, jusqu'à ce qu'il eût saisi tout le zinc, & l'eût fait passer avec lui à travers le filtre de papier.

3.<sup>o</sup> Il est donc évident que le zinc est soluble en entier par l'acide tartareux; mais que pour obtenir cette combinaison saline bien complète, il faut au moins sept à huit parties de tartre contre une de zinc. Donc, en procédant, comme je l'ai fait dans la première expérience, on forme une combinaison qui offre à la vérité des phénomènes curieux; mais qui n'a que les apparences d'une substance saline. Or, pour lui en donner tous les caractères, il suffira d'adapter la quantité requise de crème de tartre: alors l'un & l'autre procédé, ne différant que par le temps plus ou moins long de la préparation, auront des résultats à peu-près pareils.

4.<sup>o</sup> Si l'on considère que dans la première expérience le mélange de la crème de tartre & du zinc métallisé devient tenace, collant & visqueux; on voit que ces effets dépendent uniquement de l'action lente qu'exercent l'un sur l'autre, par leur pénétration réciproque, le principe phlogistique & in-

flammable du zinc, & la portion huileuse du tartre, au moyen d'une simple digestion long-temps continuée, & sans éprouver ni l'un ni l'autre une trop vive action du feu; car ce phénomène n'a pas lieu de même, lorsque l'on procède à une combinaison plus rapide par la voie de l'ébullition, & par conséquent avec un degré de chaleur beaucoup plus intense. L'état pulvérulent de la combinaison, quand on procède avec les fleurs de zinc, est une nouvelle preuve que le phlogistique du zinc en se combinant lui-même coopère à produire cette viscosité.

Il est vraisemblable que le gas ou principe aérien qui ne se dégage & ne s'échappe que d'une manière incomplète, sur-tout en procédant par la voie de la digestion, est une des causes principales de cette ténacité, que prennent les deux substances ainsi combinées; car plusieurs phénomènes autorisent déjà à penser que le gas ou principe aérien, qui entre comme partie constituante dans la composition de beaucoup de corps, doit être considéré comme une espèce de gluten naturel, servant à lier & à former l'agrégation des molécules primitives. Boërhaave (*b*) éclairé par les belles expériences de Hales (*c*) avoit déjà considéré une des grandes propriétés de l'air sous ce point de vue.

5.<sup>o</sup> Par conséquent le tartre attaque le zinc métallisé & s'y combine autant & peut-être plus encore par son *latus* huileux, que par celui de l'acide; puisque d'ailleurs j'ai déjà fait observer que la crème de tartre, forcée par l'action du vinaigre distillé de se séparer du zinc, paroît lui soustraire en se précipitant, entraîner & retenir une portion du principe huileux & colorant.

6.<sup>o</sup> La combinaison dans ce mixte salin, favorisée par cette double affinité, semble assez intime & difficile à détruire; car les agens les plus capables de produire cet effet n'opèrent presque rien. L'alkali fixe en liqueur, digéré plusieurs jours

---

(*b*) *Chimia Thuraria, Artisf.* art. de aëre.

(*c*) *Statique des Végétaux.*

de suite sur ce mélange, n'a sur lui aucune action ; l'alkali volatil en liqueur, à la faveur d'une simple digestion continuée, en dissout une certaine quantité. Mais ayant fait évaporer cette liqueur saturée, il me resta une masse sèche, que je reconnus être le même mélange de tartre & de zinc, qui n'avoit pas souffert la moindre altération.

7.<sup>o</sup> On peut présumer que cette double affinité est aussi la cause pour laquelle l'acide acéteux distillé, qui contient dans la mixtion intrinsèque plus de principe huileux que les acides minéraux, se charge, après la dissolution du zinc, d'une assez grande quantité de ce minéral, selon la remarque de M. Hellot (*d*), & avant cet Académicien françois, de M. Henckel, dans son Introduction à la Minéralogie.

Je ne dois pas terminer ce que j'avois à dire dans ce Mémoire, de la combinaison de l'acide concret du tartre avec le zinc, sans faire remarquer que par le petit nombre d'expériences que j'ai tentées avec ce mixte salin, employé comme médicament externe dans certaines maladies des yeux, où il pouvoit convenir, j'ai cru lui reconnoître une efficacité supérieure à celle de la tuthie ou des fleurs de zinc simples, comme on s'en sert ordinairement (*e*). Il est à desirer que ceux qui s'occupent particulièrement du traitement méthodique de ces maladies, éprouvent ce nouveau topique.

---

(*d*) Voyez ses Mémoires sur le Zinc.

(*e*.) Je me suis servi du mélange gommeux préparé par le premier procédé. On mêle 1 gros de cette matière dans la quantité de 3 onces d'eau

commune, ou d'une eau ophtalmique appropriée, en secouant fortement, pour procurer la division autant qu'il est possible, & rendre l'eau blanchâtre ou laiteuse : ce qu'il faut répéter toutes les fois qu'on fait usage de cette eau.



## OBSERVATIONS ASTRONOMIQUES,

FAITES EN 1776 À PÉRINALDO,

Dans le Comté de Nice.

Par M. MARALDI.

*Observations des Éclipses des Satellites de JUPITER, faites avec une lunette achromatique de 3 pieds, dont l'ouverture est de 27 lignes.*

Remis  
le 8 Février  
1777.

M O I S & J O U R S.		T E M P S V R A I.	
Janvier...	12	5 <sup>h</sup> 45' 18"	Émerſion du premier Satellite; il fait parfaitement beau.
	12	8. 35. 54	Émerſion du ſecond Satellite; il fait très-beau; on voit très-diſtinctement les bandes.
	19	7. 38. 11	Émerſion du premier Satellite; il fait beau; on voit bien les bandes.
Février...	13	8. 21. 38	Émerſion du ſecond Satellite; il fait parfaitement beau.
	18	9. 44. 22	Émerſion du premier Satellite; il fait parfaitement beau.
	20	8. 24. 56	Il me ſemble voir une petite aſpérité au bord de Jupiter, qui pourroit être le ſecond Satellite; mais lorsque je ſuis retourné à la lunette, je n'ai plus rien aperçu. Il fait beau; le temps très-calme; les bandes ſe voyent très-diſtinctement. J'ai obſervé depuis 8 <sup>h</sup> 20' juſqu'à 8 <sup>h</sup> 40', je ſuis perſuadé que l'immersion du ſecond Satellite n'a pas été viſible avec ma lunette.
	20	11. 0. 41	Émerſion du ſecond Satellite; il fait très-beau, & on voit très-diſtinctement les bandes.
	26	6. 6. 57	Immersion du troiſième Satellite; il fait fort beau, mais il fait encore jour, & il fait un peu de vent qui agite la lunette, ce qui m'a fait perdre de vue le Satellite pluſieurs fois.
	26	8. 44. 10	Émerſion du troiſième Satellite; il fait parfaitement beau.

MOIS & JOURS.	TEMPS VRAI.	
Mars... 4	10 <sup>h</sup> 7' 55"	Immersion du troisième Satellite; Jupiter mal terminé; on ne voit presque pas les bandes.
5	9. 8. 48	Émergence du premier Satellite; Jupiter un peu sombre, mais il est bien terminé, & on voit bien les bandes.
16	8. 19. 2	Émergence du second Satellite; il fait un peu de brouillard; cependant, Jupiter est bien terminé.
28	8. 28. 45	Émergence du premier Satellite; il fait parfaitement beau.
29	9. 43. 58	Il paroît que le quatrième Satellite commence de diminuer.
	9. 58. 15	Il disparoît pendant 15 ou 20 secondes, & reparoit.
	10. 0. 32	Immersion totale certaine du quatrième Satellite; il fait parfaitement beau; Jupiter est bien terminé, & on voit distinctement les bandes.
	11. 19. 44	Jupiter se cache derrière les maisons; je n'ai pas encore vu le quatrième Satellite.
Avril... 9	9. 6. 28	Émergence du troisième Satellite; il fait assez beau, & on voit assez distinctement les bandes.
Août... 18	15. 3. 36	Immersion du premier Satellite très-douteuse. Ciel embrasé; Jupiter mal terminé; on ne voit point les bandes.
Pendant les mois de Juillet, Août & Septembre, il a fait des brouillards si grands, & si fréquens, que je n'ai pu faire aucune observation exacte.		
Octobre. 12	17. 30. 16	Émergence du troisième Satellite; il fait beau; on voit bien les bandes.
16	13. 56. 8	Émergence du quatrième Satellite; il fait parfaitement beau.
19	13. 57. 59	Immersion du premier Satellite; Jupiter est un peu sombre & tremblant; on voit cependant les bandes.
19	18. 16. 18	Immersion du troisième Satellite; il fait grand jour, cependant on voit parfaitement les autres Satellites, & même le premier qui venoit de sortir de derrière le disque de Jupiter, quand je me suis mis à l'observation.
22	14. 8. 0	Immersion du second Satellite; il fait beau; on voit bien les bandes.
Novembre. 2	17. 46. 23	Immersion du premier Satellite; il fait parfaitement beau; on voit très-distinctement les bandes.

M O I S & J O U R S .		T E M P S V R A I .	
Novembre.	4	12 <sup>h</sup> 14' 37"	Immersion du premier Satellite ; Jupiter est sombre ; on ne voit pas bien les bandes.
	11	14. 7. 50	Immersion du premier Satellite ; il fait beau ; on voit distinctement les bandes.
	18	15. 59. 46	Immersion du premier Satellite ; il fait parfaitement beau.
	24	14. 4. 56	Immersion du troisième Satellite ; il fait beau ; on voit assez bien les bandes ; mais Jupiter est environné d'une petite nébulosité.
	24	17. 23. 17	Émerfion du troisième Satellite ; il fait parfaitement beau ; on voit très-bien les bandes ; Jupiter est bien terminé ; il se pourroit faire cependant que j'eusse marqué cette Émerfion un peu tard , parce que le Satellite est sorti de l'ombre plus proche de Jupiter , que je ne l'attendois.
	27	12. 19. 34	Immersion du premier Satellite ; il fait parfaitement beau.
	30	16. 13. 46	Immersion du second Satellite ; il fait très-beau ; on voit parfaitement les bandes.
Décembre..	1	18. 1. 41	Immersion du troisième Satellite ; il fait très-beau.
	4	14. 9. 47	Immersion du premier Satellite ; il fait beau ; on voit distinctement les bandes.
	7	18. 46. 44	Immersion du second Satellite ; il fait parfaitement beau ; on voit très-distinctement les bandes.
	11	8. 1. 26	Immersion du second Satellite ; Jupiter mal terminé , & ondoyant ; on ne voit point les bandes.
	11	16. 0. 17	Immersion du premier Satellite ; il fait parfaitement beau.
	13	10. 28. 28	Immersion du premier Satellite ; il fait parfaitement beau.
	18	10. 34. 4	Immersion du second Satellite ; il y a des vapeurs ; Jupiter est terne , cependant il est bien terminé , & on voit bien les bandes.
	25	13. 7. 1	Immersion du second Satellite ; il fait beau ; on voit bien les bandes. Grand clair de ☾ qui est proche de ☿.
	27	14. 8. 25	Immersion du premier Satellite ; il fait beau ; on voit distinctement les bandes ; mais il fait un peu de vent qui agite la lunette , & m'a fait perdre plusieurs fois le Satellite de vue.
	30	9. 41. 55	Émerfion du troisième Satellite ; il fait beau ; on voit distinctement les bandes.

*Observation*



*Observation de l'Éclipse de Lune, du 30 Juillet 1776, faite avec une lunette ordinaire de 6 pieds, garnie d'un micromètre composé de treize fils, dont les extrêmes comprenoient le diamètre de la Lune.*

MOIS & JOURS.	TEMPS VRAI.	
Juillet. . . . 30	10 <sup>h</sup> 31' 25"	Pénombre à la vue simple.
30	10. 36. 25	Pénombre forte.
30	10. 38. 55	Commencement douteux.
30	10. 40. 0	Commencement certain.
30	10. 42. 22	L'ombre à <i>Grimaldi</i> .
30	10. 43. 36	Tout <i>Grimaldi</i> dans l'ombre, & l'ombre à <i>Galilée</i> .
30	10. 45. 12	— L'Éclipse est d'un doigt & demi.
30	10. 47. 13	— L'Éclipse est de deux doigts.
30	10. 48. 49	L'ombre à <i>Aristarque</i> .
30	10. 49. 59.	<i>Aristarque</i> dans l'ombre, & l'ombre à <i>Képler</i> .
30	10. 51. 28	L'ombre à <i>Gassendi</i> & au bord de <i>Mare A</i> .
30	10. 51. 45	Tout <i>Képler</i> dans l'ombre.
30	10. 53. 5	— trois doigts.
30	10. 56. 23	— quatre doigts, & tout <i>Mare A</i> dans l'ombre.
30	10. 58. 0	L'ombre à <i>Copernic</i> .
30	10. 59. 30	L'ombre à <i>Ératosthène</i> , & <i>Copernic</i> dans l'ombre.
30	11. 1. 28	— cinq doigts.
30	11. 6. 20	— six doigts.
30	11. 7. 13	L'ombre à <i>Platon</i> .
30	11. 8. 35	Tout <i>Platon</i> dans l'ombre, & l'ombre à <i>Tycho</i> .
30	11. 10. 9	Tout <i>Tycho</i> dans l'ombre.
30	11. 11. 49	— sept doigts.

*Mém.* 1776.

D d d d

MOIS & JOURS.	TEMPS VRAI.	
Juillet. . . . 30	11 <sup>h</sup> 12' 55"	L'ombre à <i>Manilius</i> .
30	11. 15. 0	Tout <i>Manilius</i> dans l'ombre.
30	11. 16. 23	L'ombre à <i>Menelaüs</i> .
30	11. 17. 49	<i>Menelaüs</i> dans l'ombre.
30	11. 18. 25	— huit doigts.
30	11. 20. 15	L'ombre à <i>Plinius</i> .
30	11. 22. 52	— neuf doigts.
30	11. 26. 25	— dix doigts.
30	11. 29. 29	— L'ombre au bord de <i>Mare crisum</i> .
30	11. 32. 21	— onze doigts.
30	11. 33. 39	Tout <i>Mare crisum</i> couvert.
30	11. 36. 35	Immersion totale douteuse.
30	11. 37. 50	Immersion totale certaine.
On a toujours vu la Lune, & ses bords bien terminés pendant tout le temps qu'elle a été dans l'ombre.		
30	12. 57. 23	Le bord de la Lune commence à s'éclaircir.
30	13. 11. 25	Commencement douteux de l'émer- sion.
30	13. 13. 46	Commencement certain.
30	13. 17. 2	L'ombre à <i>Grimaldi</i> .
30	13. 18. 38	<i>Grimaldi</i> hors de l'ombre.
30	13. 18. 53	— L'Éclipse est de onze doigts.
30	13. 22. 42	L'ombre à Galilée.
30	13. 23. 58	L'ombre à <i>Gassendi</i> & à <i>Mare A</i> .
30	13. 25. 44	— dix doigts
30	13. 28. 27	Tout <i>Mare A</i> hors de l'ombre, & l'ombre à <i>Aristarque</i> .
30	13. 29. 34	<i>Aristarque</i> hors de l'ombre.
30	13. 30. 47	— neuf doigts.
30	13. 31. 43	Képler à moitié forti.

MOIS & JOURS.		TEMPS VRAI.	
Juillet....	30	13 <sup>h</sup> 33'	13"
	30	13. 36.	20
	30	13. 40.	31
	30	13. 41.	49
	30	13. 46.	50
	30	13. 47.	47
	30	13. 52.	33
	30	13. 54.	48
	30	13. 56.	8
	30	13. 58.	36
	30	13. 59.	45
	30	13. 3.	2
	30	13. 8.	12
	30	13. 8.	34
	30	13. 12.	42
	30	13. 13.	57

Képler hors de l'ombre.

— huit doigts, & Copernic fort.

— Copernic forti.

— sept doigts.

L'ombre à Platon.

— six doigts, & Platon forti.

— cinq doigts.

*Manilius* hors de l'ombre.

*Menelaüs* hors de l'ombre.

— quatre doigts.

Pline fort.

— deux doigts.

L'ombre au bord de *Mare crifum*.

— un doigt.

Fin douteuse.

Fin certaine.



# OBSERVATIONS

*De l'Occultation de l'étoile  $\mu$  de la Baleine par la Lune, le 27 Janvier 1776 ; & d'Aldebaran, la nuit du 29 au 30 du même mois ; faites à l'Observatoire de la Marine.*

Par M. MESSIER.

21 Février 1776. **L**A Connoissance des Temps annonçoit pour le mois de Janvier, ces deux Occultations, favoir, le 27  $\mu$  de la Baleine, l'immersion pour 9<sup>h</sup> 25' du soir, & l'émergence 10<sup>h</sup> 42' ; la seconde, *Aldebaran*, le 30 au matin, l'immersion pour minuit 10', & l'émergence 1<sup>h</sup> 10'.

Le ciel fut beau & serein pendant l'une & l'autre observation ; mais le froid excessif qu'il faisoit alors, pensa me les faire manquer : la Pendule de mon observatoire en fut arrêtée la nuit du 26 au 27. Je la mis en mouvement le 27, quelques minutes avant midi, pour observer le Soleil au Méridien, & j'eus soin de faire porter pendant le reste de la journée du feu à plusieurs reprises à mon Observatoire, pour lui conserver son mouvement au moins jusqu'au lendemain midi : ces précautions furent inutiles, elle s'arrêta encore le 28 à 4<sup>h</sup> 20' du matin ; mais pour lors l'observation étoit faite. J'employai pour cette observation ma lunette achromatique de 3 pieds  $\frac{1}{2}$ , montée sur sa machine parallactique : un Thermomètre au mercure, que j'avois dans ce moment à côté de moi, marquoit 13 degrés au-dessous de zéro ; mon haleine, qui étoit fort abondante à cause de ce grand froid, se portoit sur les oculaires de la lunette, de manière qu'il n'étoit plus possible de distinguer l'objet. Je me servis de plusieurs moyens pour empêcher cet inconvénient, j'y réussis en partie ; mais la chaleur de mon œil appliqué à la lunette, se portoit

également sur les oculaires, & produisoit à peu-près les mêmes effets, mais plus lentement, en sorte que j'eus le temps de faire l'observation.

*Temps vrai.*

L'Étoile paroissoit encore à..... 9<sup>h</sup> 28' 11".

Ayant quitté la lunette pour m'assurer de la seconde de la Pendule; revenu à l'instrument, l'Étoile ne paroissoit plus, elle étoit entrée au bord obscur de la Lune.... 9. 28. 18.

À l'Émerison, je commençois à voir l'Étoile à..... 10. 25. 52.

Elle étoit déjà détachée du bord éclairé de la Lune, & il pouvoit y avoir 5 secondes que l'Émerison étoit arrivée à..... 10. 25. 47.

L'Étoile étoit sortie un peu au-dessus de *Mare crisum*.

Pour déduire le Temps vrai de ces observations, j'ai employé le midi observé le 27, & j'ai supposé le mouvement de la Pendule en vingt-quatre heures, qui étoit réglée sur les Fixes par les midis observés les jours précédens, comme des 22, 24, 25 & 26, qui ont donné son mouvement en vingt-quatre heures, savoir;

Du 22 au 24 Janvier 1776.... 8' 23" 45''' .... 4' 11" 52<sup>m</sup>  $\frac{1}{2}$ .

Du 24 au 25..... 4. 11. 7 $\frac{1}{2}$ .

Du 25 au 26..... 4. 11. 7 $\frac{1}{2}$ .

Par ces différences, l'on voit qu'il ne peut y avoir qu'une très-légère incertitude sur la détermination du Temps vrai de ces observations.

Pour l'observation d'*Aldebaran* par la Lune, la nuit du 29 au 30 Janvier, les mêmes difficultés se rencontrèrent comme à l'observation précédente; le 29 avant midi, je trouvai de même la Pendule arrêtée par le froid; avant d'observer le midi le 29, je la mis en mouvement, & j'observai le Soleil au Méridien; pour conserver sa marche, je fis également porter du feu à plusieurs reprises à mon Observatoire, la Pendule continua d'aller jusqu'au lendemain 30 à 4 heures du matin. J'observai le 29 au soir les passages du premier bord de la Lune, & *Aldebaran* au Méridien.

Temps vrai.

Passage du premier bord de la Lune au Méridien..  $9^h \ 6' \ 4'' \frac{5}{8}$ .  
 Passage d'*Aldebaran*.....  $9. \ 16. \ 24 \ \frac{3}{4}$ .

Différence de hauteur entre le bord inférieur de la Lune & *Aldebaran*  $40' \ 57''$ ; *Aldebaran* supérieur au bord inférieur de la Lune.

Pour l'observation de l'occultation, j'éprouvai les mêmes difficultés qu'à l'observation du 27 : le Thermomètre marquoit alors 13 degrés au-dessous de zéro ; mais comme l'Étoile avoit beaucoup de lumière, je réussis parfaitement à l'une & l'autre observation.

Temps vrai.

*Aldebaran* entra derrière le bord obscur de la Lune dans la direction de *Mare crisium*, à.....  $12^h \ 19' \ 27 \frac{1}{2}$ .

L'Étoile reparut à l'Émerſion sur le bord éclairé au-dessous de la même tache, à.....  $13. \ 21. \ 23.$

Elle se détacha du bord éclairé une seconde après à. .  $13. \ 21. \ 24.$

Pour déterminer le Temps vrai de ces observations, j'ai employé les mêmes moyens qu'à l'observation  $\mu$  de la Baleine; j'avois observé le midi le 29, & la Pendule avoit continué d'aller jusqu'au-delà de l'observation; pour avoir son mouvement en vingt-quatre heures, je l'ai déduit des midis observés, savoir :

Du 28 au 29 Janvier 1773.....  $4' \ 2'' \ 22''' \frac{1}{2}$ .

Du 31 au 1.<sup>er</sup> Février 1774.....  $4. \ 2. \ 0.$

Du 29 au 30 Janvier 1775.....  $4. \ 2. \ 55 \ \frac{5}{8}$ .

Du 1 au 2 Février 1776.....  $4. \ 3. \ 0.$

L'on voit, par ces différences, qu'il ne peut y avoir dans la réduction des observations au Temps vrai, qu'une très-légère incertitude.



OBSERVATION  
D'UNE BANDE OBSCURE  
QUI PAROÎT  
SUR LE GLOBE DE SATURNE.  
Par M. MESSIER.

**I**L est rare de voir & d'observer des bandes obscures sur le disque de Saturne, semblables à celles que l'on aperçoit sur le globe de Jupiter; je ne connois parmi les Astronomes que Jean-Dominique & Jacques Cassini, qui en aient observé une & quelquefois deux, avec des lunettes de 34, 40 & 114 pieds; ces Observations sont rapportées dans les *Mémoires de l'Académie*, aux années 1675, 1677, 1683, 1696, 1708 & 1719.

Lû  
le 24 Mai  
1776.

Dans mes Journaux d'observations, il y est rapporté au 12 Octobre 1762, la note suivante « Dans l'intervalle de deux observations, j'ai examiné Jupiter & Saturne, avec l'excellent télescope grégorien de M. le Président de Saron de 30 pouces de foyer, son grossissement cent quatre fois; le ciel étoit parfaitement beau, Jupiter & Saturne bien terminés; je dessinai les bandes de Jupiter qu'on voyoit distinctement; je dessinai aussi Saturne & son anneau; sur le globe de Saturne, j'y observai distinctement une bande obscure, un peu courbée, la convexité tournée vers le centre de la Planète ». Cette bande obscure étoit placée sur le globe, à l'opposite de celle que j'ai observée en 1776; c'est-à-dire, dans la partie supérieure du disque, en supposant la figure renversée, comme dans la planche.

Il est rapporté de même dans mes Journaux d'observations,

que le 28 Mars 1766, étant à Colombe, par un beau ciel, je dirigeai à Saturne la lunette achromatique de M. le Marquis de Courtanvaux, de 10 pieds 7 pouces de foyer; je vis sur le globe de la Planète, des bandes obscures, comme on en voit sur le disque de Jupiter, elles étoient extrêmement foibles & difficiles à apercevoir, quoique le ciel fut serein; cette observation est publiée dans le cinquante-neuvième Volume des Transactions philosophiques, page 454.

Depuis 1766, j'ai souvent examiné Saturne, mais avec des lunettes qui n'étoient pas de la force de celle de M. le Marquis de Courtanvaux; depuis que j'en ai une achromatique de 3 pieds & demi, faite à Londres par Dollond, & qui est une des meilleures sortie des mains de cet habile Artiste. Je l'ai souvent examiné, & le 14 de ce mois (Mai 1776), ayant du monde à mon Observatoire & leur faisant voir Saturne à ma lunette avec différens grossissemens; je vis vers les 9 heures du soir avec le grossissement de cent cinquante, Saturne bien terminé, l'ombre de l'anneau projeté sur le disque de la Planète, tenoit à la partie supérieure de son anneau qui passoit au-devant du globe de Saturne; & dans la partie inférieure, une bande obscure sensiblement droite, d'une lumière foible & claire, assez large, beaucoup moins apparente que les bandes de Jupiter; cette bande obscure, je l'ai tracée sur la figure de Saturne, que je présente à l'Académie; elle est renversée comme la donnoit l'instrument.

Le lendemain 15 Mai, la bande paroissoit être la même.

Le 22 & hier 23, les apparences de la bande obscure étoient moins sensibles, on ne pouvoit la voir qu'avec beaucoup de difficulté; la Lune qui étoit sur l'horizon, & le ciel peut-être moins beau que le 14 & le 15, pouvoient y contribuer.

Je ne donne cette observation à l'Académie, que pour prévenir les Astronomes qui sont munis de bonnes lunettes, & qui n'ayant pas encore vu Saturne avec des bandes puissent les voir & s'en assurer; je me propose de suivre cette observation.

*Suite*



*Suite des Observations sur la bande obscure de Saturne ,  
depuis la lecture de cette annonce à l'Académie.*

Le 24 Mai 1776, vers les 9 heures du soir, la Lune sur l'horizon, sa lumière n'empêcha pas de voir la bande obscure, comme elle est tracée sur la figure; elle étoit plus apparente que le 22 & le 23, & moins apparente que le 14 & le 15.

Le 26, entre 8 & 9 heures, la bande paroissoit très-bien; avec le grossissement de cent cinquante fois; le crépuscule qui régnoit alors étoit favorable & plus avantageux qu'une nuit obscure. M. l'Abbé Boscovich qui étoit à mon Observatoire, ne put que la soupçonner.

Le 27, entre 8 & 9 heures du soir, la bande se voyoit comme le 14 & le 15.

Le 28 à la même heure, quoique Saturne fût dans le voisinage de la Lune, je vis la bande; mais moins apparente que la veille.

Le 4 Juin, vers 9 heures, je vis la bande obscure.

Le 15, entre 8 & 9 heures, je vis la bande, mais elle étoit foible, il étoit difficile de l'apercevoir; le ciel n'étoit pas parfaitement beau.

Le 19, beau temps. Le soir je me rendis chez Caroché, Faiseur d'instrumens, il venoit de construire un télescope grégorien de 4 pieds de foyer, le grand miroir ayant 6 pouces de diamètre, son grossissement étoit de cent cinquante fois & de deux cents cinquante : ce dernier grossissement, quoique considérable, faisoit très-bien, ce qui étoit une preuve de la bonté de ce télescope; j'examinai Saturne avec cet instrument, & je distinguois la bande obscure comme les jours précédens.

Le 20, vers les 8 heures du soir, je vis la bande de Saturne avec ma lunette.

*Mém. 1776.*

E e e e

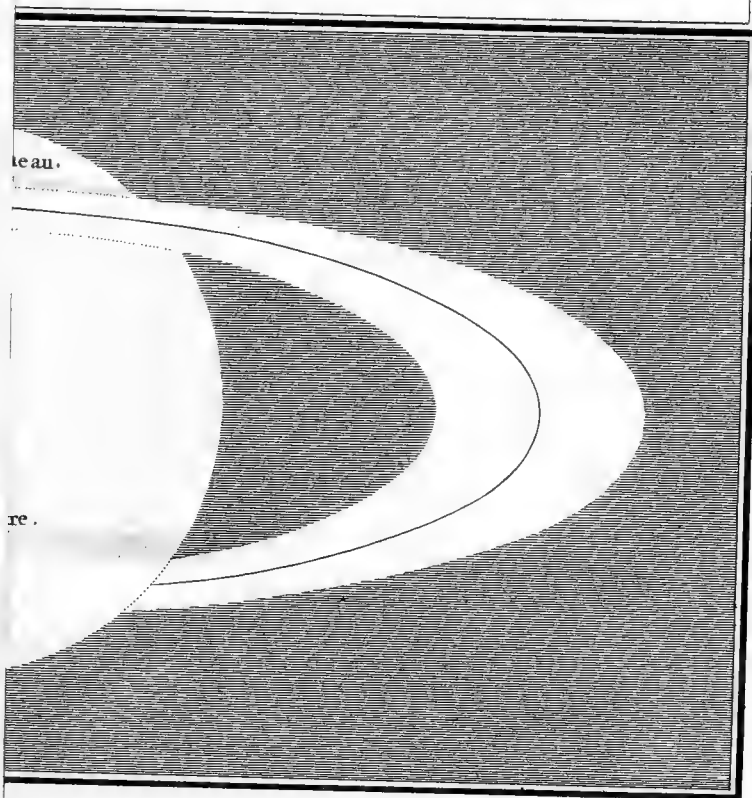
Le 26 Juillet 1776, entre 8 & 9 heures, le ciel parfaitement beau, je vis encore la bande obscure de Saturne qui s'étoit un peu rapprochée du centre de la Planète; on ne pouvoit l'apercevoir que bien difficilement, il falloit être prévenu qu'elle existoit, connoître sa position, pour pouvoir la juger & la distinguer.

Après avoir fait part à l'Académie, dans son Assemblée du 24 Mai, de cette observation, M. l'Abbé de Rochon annonça qu'il observoit cette bande obscure depuis plusieurs jours, & il en présenta le dessin à l'Académie.



NE

l'a donné l'Instrument.

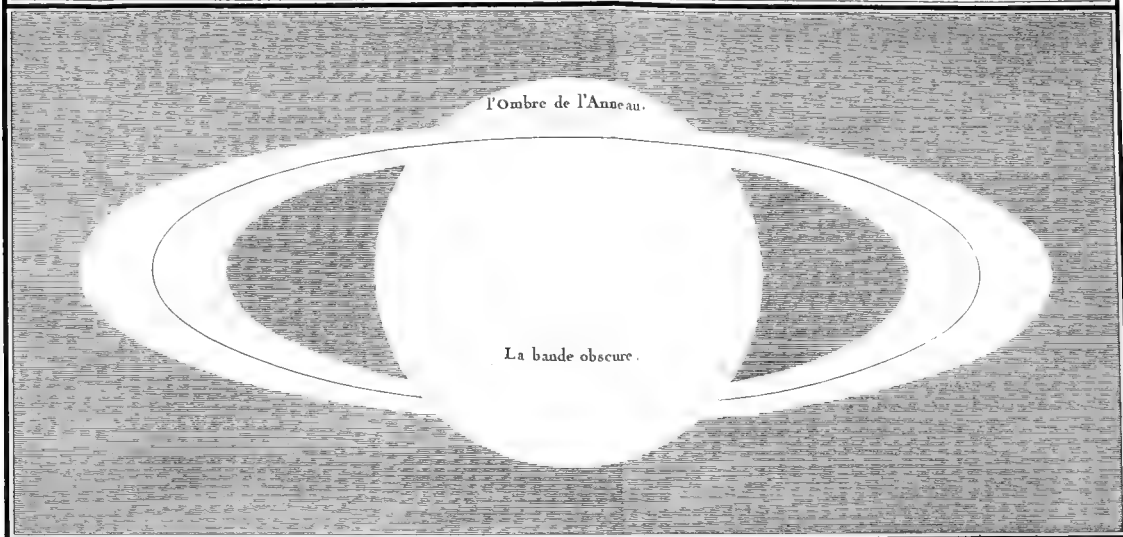


teau.

re.

## SATURNE

Sa figure renversée comme l'a donné l'Instrument.



*Gravé par T. le Vieux d'après le Dessin de M. Hérriot*

## NOUVELLES RECHERCHES

SUR L'ÉQUILIBRE

DES VOÛTES EN DÔME.

Par M. l'Abbé BOSSUT.

I. **D**ANS le Mémoire que j'ai déjà donné à l'Académie \* sur l'équilibre des Voûtes, j'ai examiné les conditions qui doivent exister entre les forces qui poussent les vouffoirs d'une voûte produite par le mouvement parallèle d'une courbe quelconque, & la figure de cette voûte, afin que toutes ses parties se fassent mutuellement équilibre. La même théorie peut être appliquée à l'équilibre des voûtes en dôme, c'est-à-dire des voûtes produites par la révolution d'une courbe quelconque autour de son axe.

Lû  
le 2 Sept.  
1778.

II. SOIT donc *ACO* une courbe quelconque, qui, par sa révolution autour de la montée verticale *OC*, produit le solide qui rempliroit l'intérieur d'un dôme. De même que dans les voûtes engendrées par un mouvement parallèle, on considère la voûte entière comme formée de l'assemblage de plusieurs voûtes infiniment minces, & posées parallèlement les unes à côté des autres, il faut imaginer dans les voûtes en dôme une infinité de plans qui se coupent suivant l'axe *OC*, & qui déterminent une suite de voûtes faisant angle entr'elles & augmentant en épaisseur depuis le sommet jusqu'aux impostes; ensuite il faut chercher les conditions de l'équilibre pour l'une quelconque de ces voûtes partielles: ces conditions se trouvent exactement de la même manière que pour les voûtes en berceau. Je suppose donc ici qu'on fasse la même construction, les mêmes raisonnemens que

Fig. 1.

\* Mémoires de l'Académie, année 1774, page 534.

588 MÉMOIRES DE L'ACADÉMIE ROYALE  
 dans le *Mémoire précédent* (Section I, articles II, III, IV,  
 V, VI & VIII); & je nomme

$CR$ .....	$x$ .
$CR'$ .....	$x'$ .
$CR''$ .....	$x''$ .
$MR$ .....	$y$ .
$NR'$ .....	$y'$ .
$PR''$ .....	$y''$ .

Chacun des trois élémens $MN, NP, PQ$ , que je suppose égaux entr'eux.....	$ds$ .
Le rayon osculateur $MI$ .....	$R$ .
Le rayon osculateur suivant $NT$ .....	$R'$ .
L'angle élémentaire décrit par l'ordonnée $MR$ , autour du point $R$ , pour le rayon $I$ .....	$\varpi$ .
La force absolue qui pousse le trapèze élémentaire décrit par $MN$ , & correspondant à l'angle $\varpi$ .....	$F$ .
La force consécutive à $F$ .....	$F'$ .
La force qui agit sur chaque point du trapèze qu'on vient d'indiquer.....	$\phi$ .
La force consécutive à $\phi$ .....	$\phi'$ .
L'angle $CZF$ de la force $F$ ou $\phi$ avec l'axe.....	$u$ .
L'angle $CGF'$ de la force $F'$ ou $\phi'$ avec l'axe.....	$u'$ .

Cela posé, en procédant comme dans les articles cités du premier Mémoire, nous aurons ici d'abord

$$\frac{F}{F'} = \frac{R'}{R} \cdot \left( \frac{dy'' \cos. u' + dx'' \sin. u'}{dy \cos. u + dx \sin. u} \right);$$

ensuite

$$F = \varpi \cdot \phi y ds; F' = \varpi \cdot \phi' y' ds = F + dF \\ = \varpi \cdot \phi y ds + \varpi ds \cdot d(\phi y);$$

d'où résulte l'équation

$$\phi y \cos. u (2 R ddy + dR dy) + \phi y \sin. u (2 R ddx + dR dx) \\ + R dy \cdot d(\phi y \cos. u) + R dx \cdot d(\phi y \sin. u) = 0.$$

III. Cette équation sert à déterminer la nature de la courbe  $ACO$ , lorsque la loi des forces  $\phi$  est donnée; ou bien

réci­proque­ment, la loi des forces  $\phi$ , lorsque la courbe  $ACO$  est donnée. On voit que ces deux Problèmes sont analogues à ceux qui ont été résolus pour les voûtes en berceau (*Seç. I, art. IX, X, XI, XII, XIII, XVI & XVII du Mémoire précédent*). Je me borne à un exemple de chacun d'eux pour les voûtes en dôme.

IV. Supposons que les forces  $\phi$  soient constantes & verticales, & qu'il faille trouver la nature de la courbe  $ACO$ ; on aura  $\cos. u = 1$ ,  $\sin. u = 0$ ,  $d\phi = 0$ ; & notre équation générale deviendra  $y(2Rddy + dRdy) + Rdy^2 = 0$ , ou bien  $2Rydyddy + ydRdy^2 + Rdy^3 = 0$ , dont l'intégrale est  $Rydy^2 = Ads^2$ . Mettant pour  $R$  la valeur  $-\frac{dsdx}{ddy}$ , on aura  $Adsddy + ydy^2dx = 0$ .

J'écris cette équation sous la forme  $A\frac{ddy}{ds} + \frac{ydy^2dx}{ds^2} = 0$ , ou bien  $Ad(\frac{dy}{ds}) + \frac{ydy^2dx}{ds^2} = 0$ ; ce qui donne  $'Adsddy - Aidydds + ydy^2dx = 0$ ; équation où il n'y a plus aucune différentielle constante. Faisons maintenant  $dy$  constant, nous aurons  $-Addds + ydydx = 0$ .

Soit  $ds = zdy$ , on aura  $-Adz + ydx = 0$ ; ou bien [à cause de  $dx = \sqrt{(ds^2 - dy^2)} = dy\sqrt{(zz - 1)}$ ],  $-Adz + ydy\sqrt{(zz - 1)} = 0$ ; ou enfin  $ydy = \frac{Adz}{\sqrt{(zz - 1)}}$ , dont l'intégrale est  $\frac{y^2}{2} = A\int \frac{z + \sqrt{(zz - 1)}}{B} dz$ . Donc  $y$  est

une fonction connue de  $z$ ; & à cause de  $dx = zdy$ , on voit que  $x$  sera pareillement une fonction connue de  $z$ . Les deux coordonnées  $x$  &  $y$  seront donc exprimées en fonctions de la même variable; & on pourra construire la courbe  $ACO$ .

On voit que cette courbe est différente de la chaînette renversée; tandis que dans la même hypothèse des forces  $\phi$ , la courbe doit être une chaînette renversée, pour les voûtes en berceau. C'est donc mal-à propos que plusieurs Praticiens

emploient la chaînette renversée pour les voûtes en dôme, lorsque tous les points des voussours sont supposés pressés verticalement avec des forces égales.

V. Pour exemple du second Problème, supposons que les directions des forces  $\phi$  étant verticales, la courbe  $ACO$  soit un quart d'ellipse, dont le demi-axe  $OA = a$ , & le demi-axe  $OC = b$ ; il s'agit de trouver la valeur de  $\phi$ .

D'abord l'équation fondamentale de l'article II, deviendra ici  $\phi y (2 R ddy + dR dy) + R dy \cdot d(\phi y) = 0$ , ou bien  $\phi y (2 R dy ddy + dR dy^2) + R dy^2 \cdot d(\phi y) = 0$ , dont l'intégrale est  $\phi y R dy^2 = A ds^2$ ; donc  $\phi = \frac{A ds^2}{R y dy^2}$ .

Or, par la nature de l'ellipse, on a

$$\frac{ds^2}{R y dy^2} = \frac{a^2 b}{y (a a - y y) \sqrt{a^2 - a^2 y^2 + b^2 y^2}}.$$

Ainsi on aura  $\phi$  en fonctions de  $y$ . La constante  $A$  doit être déterminée par la condition qu'au sommet  $C$ , la valeur de  $\phi$  soit donnée.

VI. Il est indubitable qu'une voûte, de quelque nature qu'elle soit, auroit toute la solidité dont elle est susceptible, si conformément aux principes établis dans le Mémoire précédent & dans celui-ci, les forces qui poussent les voussours, & la figure de l'intrados, étoient tellement combinées, que toutes les parties de la voûte fussent en équilibre, de proche en proche, sur l'étendue entière de chaque ceintre partiel; car alors elle n'auroit pas plus de tendance à se rompre en un point qu'en un autre; & les pieds-droits n'auroient à soutenir que la seule poussée résultante des voussours extrêmes qui s'appuyent sur eux; mais cet état d'équilibre mathématique & rigoureux, est comme impossible à obtenir dans la pratique. Quel que soit l'objet d'une voûte, les circonstances locales de son emplacement ne permettent presque jamais de soumettre la figure & les poids dont elle est chargée, aux proportions que nous avons indiquées; d'ailleurs les erreurs



inévitables qui se glissent dans la coupe des voussours, les liaisons du mortier qui varient souvent d'un voussour à l'autre, les changemens de figure que la voûte subit pendant la construction, à raison de ceux qui arrivent au ceintre de charpente destiné à la soutenir, l'affaissement plus ou moins sensible qu'elle éprouve quand la clef est posée, sont autant de nouvelles causes qui troublent & altèrent les mesures déterminées par la théorie. Mais s'il est impossible de parvenir sur ce sujet à des résultats précis, la théorie peut du moins éclairer la pratique jusqu'à un certain point; elle peut diriger l'attention du Constructeur vers les parties qui ont le plus besoin d'être renforcées, relativement à l'état physique & actuel des choses.

VII. L'expérience fait voir, comme nous l'avons déjà remarqué dans le Mémoire précédent, que la plupart des voûtes qui se rompent, se partagent ou se décomposent en trois parties, dont l'une, celle du milieu, est comme un coin qui tend à écarter les deux autres qu'on peut regarder chacune comme ne faisant qu'un même corps avec le pied-droit correspondant. Cette hypothèse est le fondement de la plupart des calculs que les Mécaniciens ont faits pour déterminer l'épaisseur des pieds-droits dans les voûtes en berceau. Mon plan exigeoit que je donnasse la solution du même Problème, quoiqu'il n'ait d'ailleurs aucune difficulté; ensuite j'ai déterminé, suivant la même hypothèse, l'épaisseur des pieds-droits pour les voûtes en dôme : Problème que personne n'avoit résolu.

VIII. On a encore observé que certaines voûtes se fendent de manière que la partie supérieure étant un corps séparé, les deux autres forment chacune avec le pied-droit correspondant, un même tout qui se divise par assises horizontales, à différens points de la hauteur, selon les différentes formes & les différentes dimensions de chacun de ces deux massifs. D'après cette observation, j'ai déterminé, pour les voutes en berceau, la forme extérieure & les dimensions que chacun

de ces mêmes massifs doit avoir depuis le joint qui le sépare d'avec la partie supérieure de la voûte, jusqu'au bas du pied-droit, afin d'être en équilibre avec les forces qui tendent à le rompre sur tous les points de la hauteur. Voici, pour les voûtes en dôme, la solution du même Problème, que je me suis contenté d'indiquer à la fin de mon premier Mémoire.

Fig. 2. IX. Je suppose donc un dôme qui tende à se rompre, à une certaine hauteur donnée, suivant les directions des joints  $XZ$ ,  $X'Z'$ , symétriquement perpendiculaires à la courbe d'intrados. Que la partie supérieure forme un corps solide & continu; que les parties inférieures soient censées ne faire chacune qu'un même tout avec le pied-droit correspondant; que ce tout soit composé de couches ou tranches horizontales suivant chacune desquelles il puisse se diviser, en tournant à charnière, sur l'extrémité extérieure: il est question de trouver la figure que doit avoir l'intrados de la voûte, depuis les joints  $XZ$ ,  $X'Z'$ , jusqu'au bas des pieds-droits, afin que sur cette hauteur, la voûte résiste suffisamment en chaque point aux forces qui tendent à la rompre.

X. Faisons ici la même construction que dans mon premier Mémoire (*Seçt. II, art. III, IV & V*). Imaginons, suivant l'axe  $COY$  de la voûte, deux plans verticaux  $cYL$ ,  $CYL$ , qui forment entr'eux un angle infiniment petit, & qui étant prolongés de part & d'autre de l'axe, déterminent deux onglets correspondans & égaux; menons par l'axe un troisième plan  $cYF$ , qui, prolongé de part & d'autre, coupe en deux parties égales chacun des deux angles opposés par le sommet que forment les deux premiers plans; menons encore le plan  $Rpr$ , où les mêmes lignes désignent les mêmes choses que dans le Mémoire cité. Enfin, prenons  $QN$  pour représenter la force qui résulte, lorsqu'on ajoute ensemble le poids du double onglet supérieur du dôme, & le poids du double onglet correspondant de la lanterne dont la voûte peut être chargée; & décomposons d'ailleurs la force  $QN$ , comme précédemment, & comme la figure l'indique.

XI.

XI. Toutes ces préparations étant établies, je considère  $xPF$  comme une courbe continue, dont la verticale  $gAD$  est l'axe, & je vais chercher la nature de cette courbe, de manière que pour une tranche quelconque  $mnrp$ , il y ait équilibre autour de l'axe de rotation  $rPp$ , entre la force horizontale  $Gf$ , la force verticale  $Gq$ , la pression que supporte la tranche  $mnrp$ , en vertu du poids des tranches supérieures, & la force d'adhérence qui lie la tranche  $mnrp$  avec celle qui lui est contiguë.

Soient	le sinus total.....	= 1.
	l'angle $OQG$ .....	= $m$ .
	l'angle $LYl$ ou $pRr$ .....	= $\varpi$ .
	le rayon $AO$ .....	= $a$ .
	la partie $AV$ ou $DH$ .....	= $b$ .
	$Rz$ .....	= $\gamma$ .
	l'abscisse $gM$ .....	= $x$ .
	l'ordonnée correspondante $MP$ .....	= $u$ .
	le double onglet produit par la révolution de l'axe $ZCZ'X'cX$ autour de $Cc$ .....	= $2\varpi.S$ .
	( $S$ étant une quantité donnée par la figure du dôme).	
	la hauteur de la lanterne.....	= $2f$ .
	le rayon de la base.....	= $r$ .

Je suppose que toutes les parties de la voûte soient de la même matière, ou qu'elles aient été réduites à l'homogénéité, pour abrégier un peu le calcul.

XII. Il est évident d'abord qu'on aura

$$1.^{\circ} \text{ Force } Gh = \frac{2\varpi.(S + r^2f)\sin.m}{\sin.2m};$$

$$\text{Force } Gf = \varpi(S + r^2f)\tan.m;$$

$$\text{Force } Gq = \varpi(S + r^2f).$$

Ainsi, par rapport à l'axe  $pPr$ , le moment de la force

Mém. 1776.

Ffff

$Gf = \varpi \cdot x(S + r^2 f) \operatorname{tang} m$ ; & celui de la force  $Gq = \varpi(b + u) \cdot (S + r^2 f)$ .

2.<sup>o</sup> Le petit trapèze  $eygd = \varpi \cdot ydy$ , dont l'intégrale  $\frac{\varpi \cdot y^2}{2} + A$  devient  $\frac{\varpi(a + u)^2}{2} - \frac{\varpi a^2}{2}$ , ou bien  $\frac{\varpi(2au + uu)}{2}$ , en observant qu'elle doit s'évanouir lorsque  $y = a$ , & devenir complète lorsque  $y = a + u$ . Le moment du même trapèze  $eygd$ , par rapport au point  $M$ , est  $\varpi \cdot ydy(y - a)$ , dont l'intégrale  $\frac{\varpi y^3}{3} - \frac{\varpi ay^2}{2} + B$  devient, par les mêmes considérations,  $\frac{\varpi(3au^2 + 2u^3)}{6}$ . Donc la distance du centre de gravité du solide  $\pi\lambda mnrp$  à l'axe  $gD$ , est  $\frac{\int dx(3au^2 + 2u^3)}{3\int dx(2au + uu)}$ ; & la distance du même centre à la verticale  $PT$ , est  $u - \frac{\int dx(3au^2 + 2u^3)}{3\int dx(2au + uu)}$ . Ainsi le moment du solide  $\pi\lambda mnrp$ , par rapport à l'axe  $pPr$ , est  $\varpi u \int \frac{dx(2au + uu)}{2} - \varpi \int \frac{dx(3au^2 + 2u^3)}{6}$ .

3.<sup>o</sup> La force d'adhérence étant supposée proportionnelle à la surface, si l'on nomme  $Q$  le poids qui exprime l'adhérence pour une surface donnée  $cc$ , il est évident que le moment de l'adhérence du trapèze  $eygd$  avec le trapèze contigu, relativement au point  $P$ , est  $-\frac{Q\varpi}{cc} \cdot ydy(a + u - y)$ , dont l'intégrale, pour la surface entière  $mnrp$ , est  $\frac{Q\varpi(3au^2 + u^3)}{6cc}$ .

XIII. Maintenant il faut pour l'équilibre, que le moment de la force  $Gf$  ne soit pas plus grand que la somme des momens de la force  $Gq$ , du poids  $\pi\lambda mnrp$ , & de l'adhérence de la surface  $mnrp$ ; ainsi  $k$  étant un coefficient

arbitraire dont la moindre valeur n'est jamais au-dessous de 1, on aura l'équation fondamentale,

$$k \varpi x (S + r^2 f) \operatorname{tang.} m = \varpi (b + u) \cdot (S + r^2 f) \\ + \varpi u \int \frac{dx(2au + uu)}{x} - \varpi \int \frac{dx(3au^2 + 2u^3)}{6} \\ + \frac{Q \varpi (3au^2 + u^3)}{6cc}.$$

En faisant, pour abrégier un peu,  $S + r^2 f = M$ ,  
 $k \operatorname{tang.} m = g$ ,  $\frac{Q}{cc} = N$ ; l'équation précédente deviendra  
 $g M x = (b + u) M + u \int \frac{dx(2au + uu)}{x} \\ - \int \frac{dx(3au^2 + 2u^3)}{6} + \frac{N(3au^2 + u^3)}{6}.$

Je différencie deux fois de suite cette équation, en faisant  $du$  constant; par-là j'obtiens

$$g M ddx = dx du (2au + uu) + \frac{ddx(3au^2 + u^3)}{6} \\ + du^2 (Na + Nu).$$

Ensuite je suppose  $dx = z du$ ,  $ddx = dz du$ ; ce qui change l'équation précédente en celle-ci, toutes réductions faites,

$$\left( \frac{3au^2 + u^3}{6} - g M \right) dz + z du (2au + uu) \\ + du (Na + Nu) = 0.$$

Multipliant tout par  $\frac{3au^2 + u^3}{6} - g M$ , & changeant la forme du second terme, on aura

$$\left( \frac{3au^2 + u^3}{6} - g M \right)^2 dz + z d \left( \frac{3au^2 + u^3}{6} - g M \right)^2 \\ + N du \left( \frac{a^2 u^2}{2} + \frac{2au^3}{3} + \frac{u^4}{6} - g M u - g M a \right) = 0,$$

dont l'intégrale est

$$z \left( \frac{3au^2 + u^3}{6} - g M \right)^2 + N \left( \frac{a^2 u^3 + au^4}{6} \right. \\ \left. + \frac{u^5}{30} - \frac{g M u^3}{2} - g M a u \right) = A.$$

Ffff ij

Éliminant  $z$  par le moyen de sa valeur  $\frac{dx}{du}$ , & séparant les indéterminées, on trouvera

$$dx = \frac{du[A - N(\frac{a^2 u^2 + au^4}{6}) + \frac{u^5}{30} - \frac{gMu^2}{2} - gMan]}{(\frac{3au^2 + u^3}{6} - gM)^2},$$

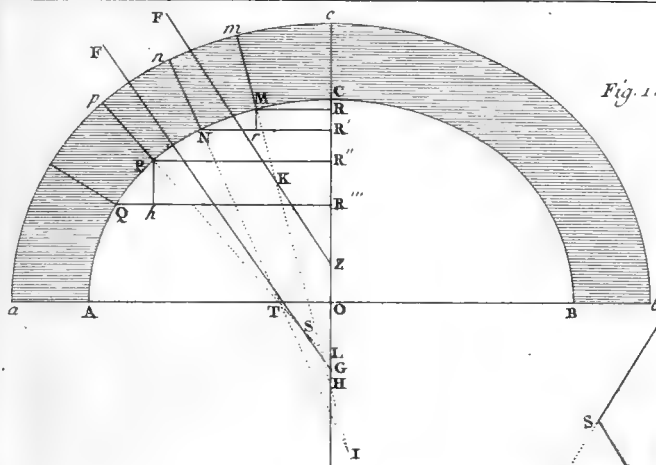
équation qui s'intègre par les méthodes connues pour les fractions rationnelles.

Dans le Mémoire précédent, section I, article xvi, ligne 9, au lieu de  $R = \frac{\sqrt{(a^4 - a^2 y^2 + b^2 y^2)}}{a^4 b}$ , lisez  $R = \frac{\sqrt[3]{(a^4 - a^2 y^2 + b^2 y^2)^2}}{a^4 b}$ .

Corriger en conséquence les expressions dépendantes de  $R$ .

Section II, article vi, ligne 8, au lieu de  $f$  sa hauteur, lisez  $2f$  sa hauteur; ligne 9, au lieu de  $\pi r^2 f$ , lisez  $2\pi r^2 f$ ; article x, ligne 16, au lieu de par  $\pi$ , lisez par  $2\pi$ ; ligne 22, au lieu de  $S = \&c$ . lisez  $2S = \&c$ . En conséquence, on trouvera (article xvi) 1.<sup>er</sup> cas,  $2f = 10$ ,  $r^2 f = 281,25$ ;  $S = 695$ ;  $t = 3,58$ ; & 2.<sup>e</sup> cas,  $2f = 20$ ,  $r^2 f = 562,5$ ;  $S = 695$ ;  $t = 4,69$ .





*Fig. 1.*

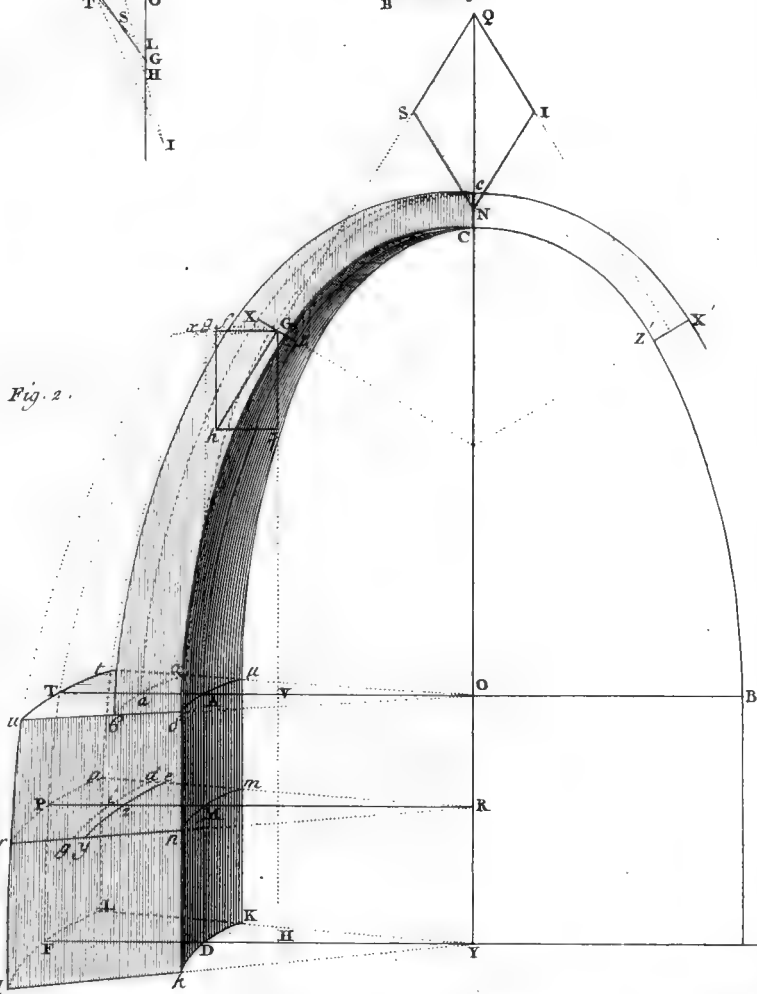


Fig. 2.





## M É M O I R E

CONTENANT

LES OBSERVATIONS

DE LA XI.<sup>e</sup> COMÈTE

*Observée à Paris, de l'Observatoire de la Marine,  
& du Collège de Louis-le-Grand; depuis le  
14 Juin, jusqu'au 3 Octobre matin 1770\*.*

Par M. MESSIER.

LE 14 Juin, le ciel fut serein pendant la journée, ainsi que pendant la nuit du 14 au 15; je passai une partie de cette nuit dans mon Observatoire, pour y observer l'opposition de Jupiter au Soleil, que je comparai à plusieurs Etoiles: dans l'intervalle de mes observations, je fus curieux de parcourir le ciel, & sur-tout la constellation du Sagittaire, qui étoit dans le voisinage & à la gauche de cette Planète; cette constellation contient un grand nombre d'amas d'Etoiles, & quelques nébuleuses, dont j'avois déterminé les positions en 1764; j'en reconnus plusieurs, & je vis vers les 11 heures du soir (le 14), une nébulosité d'une lumière très-foible, occupant un très-petit espace; le centre en étoit brillant, & il étoit difficile de reconnoître si c'étoit une Comète ou une nébuleuse. J'employois alors une lunette de nuit, qui étoit fort claire, je la quittai pour examiner cette nébulosité avec un Télescope grégorien de 30 pouces de foyer, qui amplifioit

La Comète  
découverte  
le 14 Juin,  
à 11<sup>h</sup> du soir.

\* C'est la LVIII.<sup>e</sup> Comète dont l'orbite a été calculée.

Voyez à la fin de ce Mémoire, les recherches de M. Lexell, sur le temps de la révolution périodique de cette Comète, qu'il détermine de cinq ans & demi.

cent quatre fois l'objet : cet instrument ne me fit rien voir de plus que ce que j'avois vu avec la lunette de nuit. Je fis un dessin de la position de cette lumière à l'égard des Étoiles qui l'environnoient ; elle étoit au centre de l'instrument ; deux Étoiles de la huitième grandeur touchoient les bords de l'ouverture du télescope. Vers une heure du matin, j'examinai de nouveau cette lumière, & je ne reconnus aucun changement sensible dans sa position ; elle étoit assez semblable à la nébuleuse qui est entre la tête & l'arc du Sagittaire ; je la pris pour cette nébuleuse, n'y ayant remarqué aucun mouvement par rapport aux Étoiles fixes, dans l'espace de 2 heures de temps.

La Comète  
ressembloit à la  
nébuleuse qui  
est entre l'arc  
& la tête du  
Sagittaire.

Le ciel fut en grande partie serein la nuit du 15 au 16 ; j'observai, comme la nuit précédente, Jupiter au méridien avec différentes Étoiles, & dans l'intervalle des observations, je recherchai sans espérance que ce dût être une Comète, la nébulosité que j'avois vue la nuit précédente : je fus fort étonné de ne plus trouver la même configuration que j'avois remarquée entre cette nébulosité & les deux Étoiles de la huitième grandeur. Je soupçonnai alors que ce pouvoit être une Comète, ou une autre nébuleuse, qui est voisine de celle qui est entre la tête & l'arc du Sagittaire ; je pris exactement sa position à l'égard d'une Étoile de septième grandeur qui en étoit voisine, & peu éloignée de son parallèle : près de cette Étoile étoit une troisième nébuleuse, que j'avois observée le 4 Juin 1764 ; ce fut un terme de comparaison pour les nuits suivantes, ce qui me fit reconnoître dans la suite, que c'étoit une Comète qui commençoit à paroître entre la tête & l'extrémité de l'arc septentrional du Sagittaire. Voici mes observations faites avec une lunette ordinaire de 3 pieds & demi de longueur, garnie d'un micromètre à fils, & montée sur une machine parallaxique, placée, à peu de chose près, dans le plan du Méridien.

La nuit du 14 au 15, la Comète vue pour la première fois, étoit près de deux Étoiles, l'une & l'autre estimée de la huitième grandeur ; & par la situation que j'avois remarquée de la Comète à l'égard de ces deux Étoiles, j'estimai sa position

à  $11^h 30'$ , temps vrai; ascension droite de la Comète  $272^d 54'$ ; déclinaison australe  $16^d 46'$ .

La nuit du 15 au 16, le ciel en grande partie serein, je comparai la Comète à une Étoile de la septième grandeur qui n'étoit pas connue, mais que j'observai plusieurs fois, en la comparant à des Étoiles déjà déterminées; son ascension droite étoit de  $271^d 44' 7''$ , & sa déclinaison australe de  $15^d 54' 8''$ : c'est l'Étoile *n.<sup>o</sup> 13* de la seconde Table qui est à la suite de ce Mémoire. A  $11^h 23' 21''$ , temps vrai, la Comète suivoit l'Étoile au fil horaire de  $1^d 13' 45''$ ; la Comète inférieure à l'Étoile de  $34' 57''$ : de ces différences, j'ai déduit la position de la Comète; son ascension droite de  $272^d 57' 52''$ , & sa déclinaison australe de  $16^d 29' 5''$ . Comme la Comète fut comparée plusieurs fois la même nuit, soit à la même Étoile, soit à des Étoiles différentes, je ne rapporterai dans ce Mémoire qu'une seule observation, ce sera la première qui aura été faite chaque jour: on trouvera les autres déterminations dans la première Table qui est à la suite de ce Mémoire.

La nuit du 16 au 17 Juin, le ciel fut couvert; mais il fut entièrement serein la nuit du 17 au 18: comme j'avois déterminé exactement la position de la Comète la nuit du 15 au 16, je reconnus qu'elle avoit sensiblement changé de position à l'égard de l'Étoile de septième grandeur, *n.<sup>o</sup> 13*, de la seconde Table; je comparai le noyau de la Comète à cette Étoile, & à une Étoile de sixième grandeur qui n'étoit pas connue, & que j'observai au Méridien, ainsi que la Comète avec les étoiles  $\alpha^2$  &  $\beta^2$  du Capricorne: de ces observations, j'ai déduit la position de la Comète. A  $11^h 11' 7''$ , temps vrai, la Comète suivoit l'Étoile de septième grandeur, *n.<sup>o</sup> 13*, au fil horaire de  $1^d 21' 15''$ ; elle étoit supérieure à la même Étoile de  $6' 49''$ ; ascension droite de la Comète  $273^d 5' 22''$ ; déclinaison australe  $15^d 47' 19''$ . Je comparai ensuite le noyau de la Comète avec un des fils du Micromètre, & j'estimai son diamètre de 22 secondes de degré, & la nébulosité qui l'environnoit de  $5' 23''$  environ:

Diamètre du  
noyau,  $0' 22''$ .  
Diamètre de  
la nébulosité,  
 $5' 23''$ .

le noyau de la Comète avoit le brillant des Étoiles, & il étoit d'une lumière blanchâtre; cette Comète ne pouvoit pas encore être aperçue à la simple vue; on la voyoit cependant bien avec une lunette de nuit de 2 pieds de longueur, & qui étoit fort claire.

L'on commence à voir la Comète à la simple vue.

Le ciel couvert la nuit du 18 au 19, ainsi que du 19 au 20; dans celle du 20 au 21, le ciel fut en grande partie couvert, en partie serein depuis 10 heures jusqu'à minuit; je revis la Comète avec la lunette de nuit; le noyau paroissoit plus brillant que la nuit du 17 au 18, & sa chevelure plus étendue, sans aucune apparence de queue; avec un peu d'attention, on commençoit à l'apercevoir à la simple vue; son mouvement parmi les Étoiles fixes étoit toujours très-lent, sur-tout en ascension droite; elle étoit encore cette nuit dans le voisinage de l'Étoile de sixième grandeur,  $n.^o$  16, de la seconde Table: l'ascension droite de cette Étoile fut conclue de son passage au Méridien de  $274^d 1' 43''$ , & sa déclinaison australe de  $14^d 41' 40''$ ; à  $10^h 39' 43''$ , temps vrai, la Comète précédoit l'Étoile au fil horaire de  $41' 45''$ ; elle étoit supérieure de  $21' 29''$ ; ascension droite de la Comète  $273^d 19' 58''$ ; sa déclinaison  $14^d 20' 11''$  australe: les nuages empêchèrent de voir la Comète au Méridien.

La nuit du 21 au 22 Juin, le ciel assez beau depuis 9 heures jusqu'à minuit, la Comète avoit, à peu de chose près, les mêmes apparences que la nuit précédente; je comparai le noyau à la même Étoile sixième grandeur  $n.^o$  16; à  $10^h 26' 28''$ , temps vrai, la Comète précédoit l'Étoile au fil horaire de  $35' 30''$ ; elle étoit supérieure de  $1^d 0' 36''$ : de ces différences, j'ai déduit la position de la Comète en ascension droite de  $273^d 26' 13''$ , & sa déclinaison australe de  $13^d 41' 4''$ . Je déterminai la même nuit les positions de quatre Étoiles de septième grandeur, qui n'étoient pas encore connues, en les comparant à l'Étoile ci-dessus  $n.^o$  16: les positions de ces quatre Étoiles sont rapportées dans la seconde Table, qui est à la suite de ce Mémoire; ce sont les Étoiles  $n.^os$  17, 19, 20 & 21.

Le

Le ciel en grande partie serein la nuit du 22 au 23 ; le noyau de la Comète paroissoit égal à l'épaisseur d'un des fils du micromètre, estimé de 33 secondes; l'atmosphère qui environnoit le noyau assez également, avoit 18 minutes de diamètre, l'on voyoit la Comète à la simple vue. A  $10^h 24' 6''$  temps-vrai, la Comète précédoit l'Étoile mentionnée ci-dessus  $n.^o 16$ , au fil horaire de  $27' 30''$ ; elle étoit supérieure à la même Étoile, de  $1^d 51' 28''$ ; de ces différences & de la position de l'Étoile,  $n.^o 16$ , j'ai déduit l'ascension droite du noyau de la Comète de  $273^d 34' 13''$ , & sa déclinaison australe de  $12^d 50' 12''$ .

Diamètre  
du noyau  
& de la  
chevelure,  
 $0' 33''$  &  $18' 0''$ .

Le 23, ciel couvert avec pluie pendant la nuit; celle du 24 au 25, le ciel couvert jusqu'à 11 heures du soir, en grande partie serein le reste de la nuit. J'observai le passage de la Comète au Méridien avec celui d'un grand nombre d'Étoiles déjà connues, & d'autres qui ne l'étoient pas; je comparai aussi la Comète hors du Méridien à différentes Étoiles. A  $12^h 8' 6''$  temps vrai, passage de la Comète au Méridien, elle y précédoit l'Étoile dont j'ai déjà parlé dans ce Mémoire,  $n.^o 16$ , de  $26' 30''$ ; la différence en déclinaison étoit de  $1^d 55' 9''$ , la Comète supérieure; de ces différences, j'ai déduit l'ascension droite de la Comète de  $273^d 35' 13''$ , & sa déclinaison australe de  $12^d 46' 31''$ . Avec une excellente lunette achromatique de 3 pieds & demi, le noyau de la Comète paroissoit très-brillant sans être terminé; l'atmosphère qui l'environnoit, paroissoit s'étendre à la droite du noyau plus qu'à la gauche, la lunette redressoit les objets. La Comète se faisoit voir à la simple vue, comme les Étoiles de la seconde grandeur; le noyau étoit égal à l'épaisseur d'un des fils du micromètre, je l'estimai de  $1' 15''$  de degré, l'étendue de la chevelure de 27 minutes.

Diamètre  
du noyau  
& de la  
chevelure,  
 $1' 15''$  &  $27' 0''$ .

La nuit du 25 au 26 Juin, le ciel fut en grande partie serein: la Comète étoit plus apparente que la nuit précédente; elle paroissoit dans le voisinage de l'étoile *m* de l'Aigle, quatrième grandeur, & peu éloignée de son parallèle: je comparai le noyau de la Comète à cette Étoile; la position de l'Étoile,

*Mém. 1776.*

Gggg

prise dans le Catalogue de M. l'abbé de la Caille, inséré dans le sixième tome de ses *Ephémérides*, étoit pour le temps présent, de  $275^{\text{d}}41'42''$  en ascension droite, &  $8^{\text{d}}23'6''$  de déclinaison australe. A  $13^{\text{h}}25'44''$ , temps vrai, le noyau de la Comète précédoit l'Étoile au fil horaire de  $1^{\text{d}}26'$ ; la Comète inférieure de  $7'11''$ : de ces différences, l'ascension droite de la Comète a été conclue de  $274^{\text{d}}15'42''$ , & sa déclinaison australe de  $8^{\text{d}}30'17''$ .

Le ciel fut couvert la nuit du 26 au 27, il plut pendant la nuit du 27 au 28 jusqu'à 10 heures du soir: vers minuit, le ciel en grande partie serein, la Comète paroissoit, & sa lumière étoit considérablement augmentée; le noyau, sans être terminé, étoit brillant & blanchâtre, environné également d'une atmosphère qui occupoit un grand espace sans aucune apparence de queue. Je comparai le noyau à l'étoile  $\alpha$  du Serpent, qui étoit peu éloignée de son parallèle; la position de cette Étoile en ascension droite, pour le temps présent, déduite du Livre de la *Connoissance des Temps*, étoit de  $272^{\text{d}}21'46''$ , & sa déclinaison australe de  $2^{\text{d}}56'13''$ . A  $13^{\text{h}}10'41''$ , temps vrai, la Comète suivoit l'Étoile au fil horaire de  $2^{\text{d}}50'45''$ , la Comète supérieure à l'Étoile de  $42'57''$ ; ascension droite de la Comète  $275^{\text{d}}12'31''$ ; déclinaison australe  $2^{\text{d}}13'16''$ .

La Comète  
australe  
jusqu'au-  
jourd'hui  
qu'elle devient  
boréale.

Le ciel presque totalement couvert la nuit du 28 au 29 Juin: dans les intervalles des nuages, je comparai le noyau de la Comète à l'étoile  $\theta$  du Serpent, quatrième grandeur; la position de cette Étoile, réduite au temps présent, fut déduite du Catalogue de M. de la Caille; son ascension droite de  $281^{\text{d}}12'14''$ , & sa déclinaison boréale  $3^{\text{d}}55'24''$ . A  $10^{\text{h}}43'47''$ , temps vrai, la Comète précédoit l'Étoile au fil horaire de  $5^{\text{d}}8'30''$ , la Comète inférieure à l'Étoile de  $45'24''$ : de ces différences, j'ai déduit l'ascension droite de la Comète de  $276^{\text{d}}3'44''$ , & sa déclinaison boréale de  $3^{\text{d}}10'$ .

Le 29, le ciel couvert la plus grande partie de la journée avec pluie: vers les 10 heures du soir, le ciel commence à se découvrir, bientôt après il devient pur & serein: la

Comète paroïssoit considérable & bien plus grande que les jours précédens : le noyau, brillant & de couleur blanchâtre, sans être terminé, étoit égal à un des fils apparens du micro-mètre, & j'estimai son diamètre de  $1'22''$  ; il étoit environné assez également d'une atmosphère de 54 minutes de diamètre, sans aucune apparence de queue ; son mouvement devoit considérable en déclinaison, & changeoit peu en ascension droite. J'observai le passage de la Comète au Méridien, avec  $\zeta$  de l'Aigle, &  $\alpha$  d'*Ophiucus* : de ces observations, j'ai déduit la position de la Comète. A  $11^h56'27''$ , temps vrai, passage de la Comète au Méridien ; son ascension droite fut conclue de  $277^d54'22''$ , & sa déclinaison boréale de  $14^d45'26''$  : la Comète fut encore comparée hors du Méridien à la même étoile  $\zeta$  de l'Aigle ; on trouvera ses différentes positions dans la première Table qui est à la suite du Mémoire.

Diamètre  
du noyau  
& de la  
chevelure,  
 $1'22''$  &  $54'0''$ .

La nuit du 30 Juin au 1.<sup>er</sup> Juillet, pluie considérable vers les 9 heures du soir : le ciel étoit encore entièrement couvert vers les 11 heures, & il n'y avoit guère d'espérance qu'il se découvrit ; cependant entre 11 heures & demi & minuit les nuages se séparèrent, le ciel devint en partie serein. La Comète paroïssoit dans le voisinage de la Lyre ; il ne me fut pas possible d'en déterminer la position par le moyen de mon instrument, j'estimai seulement à la simple vue & par des alignemens, son lieu à l'égard des étoiles de la Lyre ; à minuit, son ascension droite fût estimée de  $282^d40'$ , & sa déclinaison boréale de  $37^d30'$ .

La nuit du 1.<sup>er</sup> au 2 Juillet, le ciel passablement serein depuis 9 heures jusqu'à une heure du matin ; en vingt-quatre heures, la Comète avoit fait un chemin considérable en déclinaison ; de la Lyre, où elle étoit la veille, elle se trouvoit transportée près de l'Étoile polaire, ayant parcouru près de 40 degrés ; elle étoit placée entre l'Étoile polaire &  $\beta$  de Céphée, formant une ligne droite avec ces deux Étoiles, & avec  $\alpha$  de la même constellation ; la Comète paroïssoit autant éloignée de  $\beta$  que cette Étoile paroïssoit l'être de  $\alpha$ , & j'estimai à la simple vue, vers minuit, que la Comète pouvoit

avoir d'ascension droite  $324^d$ , &  $77^d$  de déclinaison boréale. J'avois attendu le passage de la Comète au Méridien, où elle devoit passer après une heure du matin; mais le ciel étoit pour lors entièrement couvert. Il ne fut pas possible de faire usage de la lunette montée sur la machine parallactique, à cause de la position de la Comète au Nord; j'abandonnai cet instrument pour employer un télescope newtonien de 4 pieds & demi de longueur, garni d'un micromètre qui s'inclinoit dans tous les sens, ayant cherché à ce micromètre le parallèle que parcouroit alors la Comète; j'avois commencé à la comparer à une des étoiles de Céphée, de cinquième grandeur, que Flamsteed a rapporté sur ses Cartes; mais dont la position n'étoit pas insérée dans son Catalogue (a), dans l'intervalle des passages de l'Étoile & de la Comète le ciel se couvrit. La Comète étoit considérable cette nuit; le noyau environné également d'une grande nébulosité sans aucune apparence de queue; j'estimai que le diamètre de la nébulosité occupoit environ  $2^d 23'$  de grand cercle; le noyau étoit brillant, de couleur blanchâtre sans être terminé, son diamètre fut estimé de  $1' 26''$ .

Diamètre  
de la chevelure  
& du noyau,  
 $2^d 23'$  &  $1' 26''$ .

Le ciel entièrement couvert la nuit du 2 au 3 Juillet, & presque totalement couvert pendant celle du 3 au 4; je recherchai la Comète dans l'intervalle des nuages, & aux environs de la Chèvre qui étoit au-dessous du Pôle; je vis à la droite de cette Étoile, une lumière qui ressembloit à l'atmosphère de la Comète, qui paroïssoit en dessus, & au-dessous d'un nuage qui couvroit exactement le lieu où devoit paroître le noyau; je ne puis assurer si c'étoit la Comète qui occasionnoit cette lumière, ou le crépuscule, ou la lumière de la Lune, j'estimai sa position à 11 heures du soir, son ascension droite étoit de  $89$  degrés, & sa déclinaison boréale de  $49$ . Cette observation fut faite à Chatou, chez M. Bertin, Ministre d'État.

---

(a) Le 29 Octobre 1770, j'observai cette Étoile au Méridien avec n & γ de Céphée, & j'en ai déduit son ascension droite pour le temps de cette observation, de  $317^d 26' 53''$ , & sa déclinaison boréale de  $77^d 11' 31''$ .



Depuis la nuit du 3 au 4 Juillet, jusqu'à celle du 12 au 13, le ciel fut entièrement couvert; celle du 12 au 13, le ciel entièrement serein; je cherchai la Comète le matin & le soir sans pouvoir la découvrir; elle étoit probablement sous l'horizon, & j'ai supposé qu'on ne pourroit la revoir que le matin à sa sortie des rayons du Soleil.

La Comète  
celle de  
parcourir les  
soirs; entrant  
dans les rayons  
du Soleil.

Ayant communiqué les observations précédentes à M. Pingré, pour en déduire les élémens de l'orbite de cette Comète; il les donna à l'Académie, le 18 Juillet 1770; je les ai rapportés dans la Table des Élémens, qui est à la fin de ce Mémoire.

D'après ces élémens, M. Pingré calcula le lieu de la Comète pour le midi vrai de chaque jour, pour mettre les Astronomes en état de la rechercher à sa sortie des rayons du Soleil. Ces Éphémérides s'étendoient depuis le 19 Juillet jusqu'au 1.<sup>er</sup> Septembre; les ayant consultés, je reconnus qu'on pouvoit voir la Comète le matin dans le crépuscule; elle devoit se lever le 19 Juillet à 2<sup>h</sup> 6' du matin; j'essayai de la chercher plusieurs fois de l'Observatoire de la Marine; mais l'horizon n'y étoit pas libre, même à plusieurs degrés de hauteur: je cherchai ailleurs un lieu plus commode, & je choisii la tour du collège de Louis-le-Grand, de laquelle l'on découvre tout l'horizon, & qui m'avoit déjà servi pour observer le dernier passage de Vénus sur le Soleil, ainsi que le retour de la Comète de 1682 en 1759. Le 23 Juillet, j'y fis transporter la lunette de 3 pieds & demi, montée sur la machine parallaxique, avec une excellente pendule à secondes de M. Ferdinand Berthoud, qui appartenoit à M. le Président de Saron, & un réveil; le même jour, je réglai la pendule sur celle de mon Observatoire par des signaux, elle fut réglée de même pendant la durée de mes observations, & c'est de cette Tour que je continuai d'observer la Comète jusqu'à sa disparition entière, le 3 Octobre au matin.

La Comète  
observée de la  
tour du collège  
de Louis-le-  
Grand, depuis  
sa sortie des  
rayons du So-  
leil jusqu'à sa  
disparition.

Le ciel continuellement couvert les matins à l'horizon, depuis le 23 Juillet jusqu'au 2 du mois d'Août; mais il fut entièrement serein le 3 Août au matin; je revis la Comète

Première  
observation  
de la Comète,  
après sa sortie  
des rayons du  
Soleil, le 3  
Août matin.

Diamètre  
du noyau  
& de la  
chevelure,  
54" & 540".

sans beaucoup de peine, par le moyen de ma lunette de nuit; elle répondoit, à peu de chose près, à ce qui étoit marqué dans l'Éphéméride que M. Pingré avoit calculé, & déduite des élémens qui résultoient de mes premières observations. A 2<sup>h</sup> 25' du matin (le 3 Août), je commençai à apercevoir la Comète avec la lunette de nuit; peu de temps après, je la vis à la simple vue; à la lunette, le noyau étoit brillant sans être terminé, environné également de nébulosité; je comparai le noyau à un des fils apparens du micromètre, & je trouvai son diamètre répondre à 54 secondes de degrés, & la nébulosité qui l'environnoit de 15 minutes. Je fis ensuite un dessin de la position de la Comète à l'égard des Étoiles qui l'environnoient, savoir,  $\epsilon$ ,  $\mu$ ,  $\eta$  &  $H$  des Gemeaux; je comparai le noyau de la Comète à deux de ces Étoiles qui étoient  $\eta$  &  $\mu$  de Castor, & à une Étoile de septième grandeur qui n'étoit pas connue, mais dont je déterminai la position en la comparant à l'une & à l'autre de ces deux étoiles de Castor; c'est l'Étoile  $n^{\circ} 1$  de la seconde Table, qui est à la suite du Mémoire. Le 2 Août, à 14<sup>h</sup> 57' 31", temps vrai, la Comète suivoit l'étoile  $\eta$  des Gemeaux, quatrième grandeur au fil horaire de 6<sup>d</sup> 17' 2"; la Comète inférieure à la même Étoile de 3' 44": de ces différences, j'ai déduit l'ascension droite du noyau de la Comète de 96<sup>d</sup> 32' 25", & sa déclinaison boréale de 22<sup>d</sup> 29' 31"; les autres déterminations de la Comète suivent celle-ci dans la Table qui est à la suite du Mémoire.

Le ciel serain la nuit du 3 au 4 Août; la Comète avoit les mêmes apparences que la nuit précédente, sa lumière égaloit celle de l'étoile  $H$  des Gemeaux, de cinquième grandeur; le noyau brillant, blanchâtre sans être terminé, étoit environné de nébulosité sans aucune apparence de queue; je comparai la Comète à plusieurs Étoiles. A 14<sup>h</sup> 39' 30", temps vrai, le noyau suivoit l'étoile  $\mu$  des Gemeaux au fil horaire de 4<sup>d</sup> 40' 46": le noyau inférieur à la même Étoile de 11' 30"; ascension droite de la Comète 96<sup>d</sup> 56' 51"; déclinaison boréale 22<sup>d</sup> 25' 13".

La nuit du 4 au 5, le ciel entièrement serein; je commençai à voir la Comète aussi-tôt qu'elle eut quitté l'horizon; je la comparai à la même étoile  $\mu$  des Gemeaux. A  $14^h 7'$   $14''$ , temps vrai, la Comète suivoit l'Étoile au fil horaire de  $5^d 4' 35''$ ; la Comète étoit inférieure à l'Étoile de  $14' 45''$ : de ces différences, j'ai déduit l'ascension droite de la Comète de  $97^d 20' 40''$ , & la déclinaison de  $22^d 21' 58''$ . La Comète fut encore comparée la même nuit à plusieurs Étoiles.

La nuit du 5 au 6 Août, le ciel parfaitement serein, à  $2^h \frac{1}{4}$  du matin, je commençai à voir la Comète; elle étoit moins apparente que la nuit précédente, ce qui étoit occasionné par la grande lumière de la Lune: je comparai le noyau à plusieurs Étoiles, savoir à une Étoile de septième grandeur qui n'étoit pas encore connue, c'est l'Étoile  $n^o 1$  de la seconde Table, & aux étoiles  $d$  &  $\zeta$  des Gemeaux. A  $14^h 33' 15''$ , temps vrai, la Comète suivoit l'Étoile  $n^o 1$  au fil horaire de  $1^d 29' 45''$ ; la Comète supérieure à la même Étoile de  $3' 57''$ : de ces différences, j'ai déduit la position de la Comète, son ascension droite de  $97^d 49' 11''$ , & la déclinaison boréale de  $22^d 17' 16''$ .

La nuit du 6 au 7, le ciel serein comme la nuit précédente, la Lune sur l'horizon & dans son plein, le noyau de la Comète se voyoit très-bien à la lunette; il étoit brillant, blanchâtre sans être terminé, & environné de nébulosité qui avoit peu d'étendue. A  $14^h 24' 21''$ , temps vrai, la Comète suivoit l'étoile  $\mu$  de Castor au fil horaire de  $6^d 0' 4''$ ; elle étoit inférieure à la même Étoile de  $22' 49''$ : de ces différences & de la position de l'Étoile réduite au temps présent, & rapportée dans la seconde Table, j'ai déduit l'ascension droite de la Comète de  $98^d 16' 9''$ , & la déclinaison de  $22^d 13' 54''$  boréale; la Comète fut encore comparée à l'Étoile de septième grandeur,  $n^o 1$  de la seconde Table, & à l'étoile  $d$  des Gemeaux.

La nuit du 7 au 8, brouillards une partie de la nuit; le matin, il y avoit quelques légers nuages à l'horizon; la Comète se voyoit difficilement, & les observations qui en

furent faites sont douteuses, à quelques secondes. A  $14^h 44' 5''$ , temps vrai, la Comète suivoit l'Étoile de septième grandeur n.<sup>o</sup> 1 de la seconde Table, au fil horaire de  $2^d 26' 31''$ ; la Comète inférieure à l'Étoile de  $3' 45''$ : de ces différences, j'ai déduit la position de la Comète, son ascension droite de  $98^d 45' 57''$ , & sa déclinaison boréale de  $22^d 9' 34''$ ; la Comète fut encore comparée la même nuit à l'étoile *d* des Gemeaux, de sixième grandeur.

La nuit du 8 au 9, le ciel en partie couvert pendant la nuit; le matin, le ciel assez beau du côté du Levant, je revis la Comète, & je comparai le noyau aux étoiles *d* &  $\zeta$  des Gemeaux: l'étoile *d* étoit presque enveloppée dans l'atmosphère de la Comète. J'avois déterminé les jours précédens la position de cette Étoile, en la comparant directement à  $\zeta$  du genou de Pollux, & en réduisant au temps présent sa position prise du Catalogue de M. de la Caille, inséré dans le *VI.<sup>e</sup> Volume de ses Ephémérides*; je conclus son ascension droite de  $99^d 26' 55''$ , & sa déclinaison boréale de  $22^d 0' 51''$ . A  $14^h 15' 7''$ , temps vrai, la Comète précédoit l'étoile *d* au fil horaire de  $12' 32''$ ; elle étoit supérieure à l'Étoile de  $4' 11''$ : de ces différences, j'ai déduit l'ascension droite du noyau de la Comète de  $99^d 14' 23''$ , & sa déclinaison boréale de  $22^d 5' 2''$ .

La nuit du 9 au 10, il y avoit le matin des nuages à l'Orient, & ce ne fut pas sans peine que je pus revoir la Comète; je la comparai à  $\zeta$  de Pollux, l'observation un peu douteuse. A  $14^h 43' 12''$ , temps vrai, le noyau de la Comète précédoit l'Étoile au fil horaire du micromètre de  $2^d 49' 28''$ ; la Comète supérieure de  $1^d 6' 45''$ : de ces différences, j'ai déduit la position du noyau, son ascension étoit de  $99^d 47' 33''$ , & sa déclinaison de  $22^d 0' 3''$ .

La nuit du 10 au 11, le ciel serein, la Comète se voyoit très-distinctement à la lunette; elle paroissoit égal en lumière les Étoiles de la quatrième ou cinquième grandeur, le noyau brillant & blanchâtre, sans être terminé, environné également d'une nébulosité qui avoit peu d'étendue, sans aucune

La Comète  
paroissoit sans  
aucune appa-  
rence de queue,

apparence

apparence de queue, c'étoit peut-être la lumière de la Lune qui empêchoit de l'apercevoir : je comparai le noyau de la Comète aux deux étoiles  $d$  &  $\zeta$  des Gemeaux. A  $14^h 9' 38''$ , temps vrai, la Comète suivoit l'étoile  $d$  au fil horaire, de  $50' 53''$ ; elle étoit inférieure à l'Étoile de  $2' 26''$ ; ascension droite du noyau de la Comète,  $100^d 17' 48''$ ; déclinaison boréale de  $21^d 58' 25''$ .

La nuit du 11 au 12 Août, le ciel en grande partie couvert au Sud, serein du côté du Nord, la Comète paroissoit fort foible, le noyau brillant, environné de nébulosité, sans aucune apparence de queue; j'estimai le diamètre du noyau, de 43 secondes de degré, & celui de la nébulosité de  $3' 36''$ : je comparai la Comète aux mêmes Étoiles que les jours précédens  $d$  &  $\zeta$  des Gemeaux. A  $14^h 18' 44''$ , temps vrai, le noyau de la Comète suivoit l'étoile  $d$  au fil horaire de  $1^d 23' 28''$ ; la Comète inférieure de  $6' 17''$ : de ces différences, j'ai déduit la position du noyau; son ascension droite étoit de  $100^d 50' 23''$ , & sa déclinaison boréale de  $21^d 54' 34''$ .

La nuit du 12 au 13, le ciel entièrement serein, je comparai la Comète à plusieurs Étoiles. A  $14^h 41' 56''$ , la Comète suivoit l'étoile  $\mu$  des Gemeaux au fil horaire de  $9^d 8' 15''$ ; elle étoit inférieure à l'Étoile de  $46' 36''$ ; ascension droite de la Comète,  $101^d 24' 20''$ ; déclinaison boréale  $21^d 50' 7''$ .

La nuit du 13 au 14 Août, orage, éclairs, tonnerre & pluie jusque vers les 10 heures du soir; le reste de la nuit, le ciel presque totalement couvert. Le ciel en partie serein pendant celle du 14 au 15, j'observai la Comète, qui étoit à peu de chose près en conjonction avec l'étoile  $\zeta$  des Gemeaux, troisième grandeur; je comparai le noyau à cette Étoile & à l'étoile  $\mu$  de Castor. A  $14^h 33' 21''$ , la Comète précédoit  $\zeta$  des Gemeaux au fil horaire, de  $2' 30''$ ; l'Étoile inférieure à la Comète de  $48' 51''$ : de ces différences, j'ai déduit la position du noyau de la Comète; son ascension droite étoit de  $102^d 34' 31''$ ; & sa déclinaison boréale de  $21^d 42' 9''$ .

Mém. 1776.

H h h h

Diamètre  
du noyau  
& de  
la chevelure,  
 $0' 43''$  &  $3' 36''$ .

La nuit du 15 au 16 Août, le ciel en grande partie couvert; le matin, il y avoit beaucoup de nuages du côté du Levant, & ce ne fut pas sans peine que je pus revoir la Comète dans un intervalle des nuages: je comparai le noyau à l'étoile  $\zeta$  des Gemeaux. A  $15^h 39' 38''$ , temps vrai, la Comète suivoit l'Étoile au fil horaire de  $34' 21''$ ; elle étoit supérieure à l'Étoile de  $44' 30''$ ; ascension droite de la Comète,  $103^d 11' 22''$ ; déclinaison  $21^d 37' 48''$ .

Le ciel couvert le matin, la nuit du 16 au 17, & presque totalement couvert pendant celle du 17 au 18; le matin, vers les 2 heures, le ciel étoit devenu passablement beau à l'horizon du côté du couchant; la Comète paroissoit assez belle: pour déterminer son lieu, j'avois commencé à comparer le noyau à l'étoile  $\zeta$  des Gemeaux; mais entre les passages de l'Étoile & de la Comète, un nuage qui étoit au-dessus, s'étant abaissé, couvrit l'une & l'autre, & l'observation ne put avoir lieu.

La nuit du 18 au 19 Août, le ciel entièrement serein; vers les 3 heures du matin, on voyoit bien la Comète avec la lunette de nuit; il sembloit, en l'examinant avec cette lunette, qu'on y apercevoit une traînée de lumière très-légère, qui étoit dirigée à une petite Étoile de huitième grandeur, dont je connus la position en la comparant à  $\delta$  des Gemeaux; son ascension droite étoit de  $104^d 7' 35''$ , & sa déclinaison boréale de  $21^d 38' 33''$ : c'est l'étoile  $n.^o 2$  de la seconde Table, & cette Étoile est rapportée sur la seconde Carte de la route apparente de la Comète, qui est à la suite de ce Mémoire. Le noyau de la Comète étoit brillant & de couleur blanchâtre; son diamètre fut comparé à l'épaisseur d'un des fils du micromètre, & estimé de 38 secondes de degré: je le comparai ensuite aux étoiles  $\eta$  &  $\zeta$  des Gemeaux. A  $14^h 21' 13''$ , temps vrai, la Comète suivoit l'étoile  $\zeta$  au fil horaire de  $2^d 25' 54''$ ; elle étoit supérieure à l'étoile de  $32' 30''$ : de ces différences, j'ai déduit l'ascension droite de la Comète de  $105^d 2' 55''$ , & sa déclinaison boréale de  $21^d 25' 48''$ .

La nuit du 19 au 20, le ciel parfaitement serein jusqu'à

Diamètre du  
noyau,  $0' 38''$ .

3 heures du matin, qu'il commença de se couvrir; vers les 2 heures; les apparences de la Comète étoient les mêmes que la nuit précédente: je reconnus que la Comète avoit certainement une queue dirigée vers l'Étoile de huitième grandeur,  $n.^o$  2 de la seconde Table; je comparai le noyau de la Comète aux mêmes étoiles que la veille,  $q$  &  $\zeta$  des Gemeaux. A  $14^h 30' 13''$ , la Comète suivoit l'étoile  $\zeta$  au fil horaire de  $3^d 4' 46''$ ; elle étoit supérieure à l'Étoile de  $27' 55''$ ; ascension droite de la Comète  $105^d 41' 47''$ ; déclinaison de  $21^d 21' 13''$ .

La Comète  
paroissoit  
avec une queue.

La nuit du 25 au 26 Août, le ciel presque continuellement couvert; je vis la Comète un instant dans un intervalle de nuages, sans pouvoir déterminer sa position. Le ciel en partie serein la nuit du 26 au 27, la Comète se voyoit encore très-bien à la lunette; mais elle n'étoit plus visible à la simple vue; le noyau étoit brillant, & sa lumière égaloit celle des étoiles  $q$  &  $r$  des Gemeaux, de sixième grandeur; il étoit environné d'une légère nébulosité, & l'on n'apercevoit que très-difficilement la lumière de la queue, qui étoit dirigée presque parallèlement au cercle de déclinaison, ayant un degré environ de longueur: le noyau fut comparé aux étoiles  $q$  &  $r$  des Gemeaux. A  $15^h 38' 21''$ , temps vrai, la Comète suivoit l'étoile  $q$  au fil horaire du micromètre de  $3^d 20' 48''$ ; elle étoit inférieure à la même Étoile de  $4' 47''$ : de ces différences & de la position de l'Étoile rapportée dans la seconde Table, j'ai déduit celle de la Comète, son ascension droite étoit de  $110^d 26' 25''$ , & sa déclinaison boréale de  $20^d 46' 43''$ .

La Comète  
n'est plus visi-  
ble à la simple  
vue.

La nuit du 28 au 29, le ciel parfaitement serein; la Comète paroissoit avec la même lumière que les jours précédens; le noyau brillant & de couleur blanchâtre étoit environné de nébulosité avec une queue d'un degré de longueur, mais d'une lumière extrêmement rare; je comparai le noyau aux deux étoiles  $q$  &  $r$  des Gemeaux. A  $14^h 43' 23''$ , temps vrai, la Comète suivoit l'étoile  $q$  au fil horaire de  $4^d 41' 1''$ ; elle étoit inférieure à l'Étoile de  $15' 51''$ ; ascension droite de la Comète  $111^d 46' 38''$ , déclinaison  $20^d 35' 39''$ . La queue

Longueur  
de la queue,  
un degré,

de la Comète alloit se terminer à une Étoile de huitième grandeur, dont je déterminai sa position en ascension droite & en déclinaison, c'est l'Étoile n.<sup>o</sup> 2 de la seconde Table.

La nuit du 29 au 30, le ciel entièrement serein; je comparai le noyau de la Comète à deux étoiles *r* & *l* des Gemeaux, l'une & l'autre de sixième grandeur, leurs positions pour le temps présent sont rapportées dans la seconde Table qui est à la suite de ce Mémoire. A  $15^h 21' 28''$ , la Comète suivoit l'étoile *r* au fil horaire de  $4^d 8' 30''$ ; la Comète inférieure à l'Étoile de  $11' 39''$ : de ces différences, j'ai déduit l'ascension droite de la Comète de  $112^d 29' 25''$ , & sa déclinaison boréale de  $20^d 30' 24''$ . Cette observation fut faite à l'Observatoire de la Marine avec un télescope newtonien, de 4 pieds & demi, garni d'un micromètre à fils.

Ciel serein la nuit du 30 au 31 Août, la Comète toujours apparente à la lunette ordinaire de 3 pieds & demi, la queue se voyoit toujours difficilement; je comparai le noyau de la Comète à l'étoile *l* des Gemeaux, sixième grandeur; la position de cette Étoile pour le temps de cette observation est rapportée dans la seconde Table. A  $14^h 48' 15''$ , temps vrai, la Comète précédoit l'Étoile au fil horaire de  $2^d 24' 1''$ ; elle étoit inférieure à la même Étoile de  $4' 43''$ ; ascension droite de la Comète,  $113^d 9' 29''$ ; déclinaison de  $20^d 23' 40''$ .

La nuit du 31 Août au 1.<sup>er</sup> Septembre, beau temps toute la nuit; vers les 3 heures du matin, nuages très-épais à l'horizon depuis le Nord jusqu'à l'Ouest; ciel serein du côté du Levant; j'observai la Comète qui ne paroissoit pas avoir perdu beaucoup de sa lumière, la queue n'étoit presque pas sensible; je comparai le noyau de la Comète à la même Étoile que la nuit précédente, *l* des Gemeaux. A  $14^h 38' 26''$ , temps vrai, la Comète précédoit l'Étoile au fil horaire de  $1^d 42' 47''$ ; elle étoit inférieure à l'Étoile de  $10' 22''$ : de ces différences, j'ai déduit la position de la Comète, son ascension droite étoit de  $113^d 50' 43''$ , & sa déclinaison  $20^d 18' 1''$ .

La nuit du 4 au 5 de Septembre, le ciel couvert presque toute la nuit avec pluie; vers les 2 heures du matin, quelques



parties du ciel s'étoient éclaircies, je vis la Comète, & j'en déterminai la position, en comparant le noyau à l'étoile *l* des Gemeaux. La Comète étoit moins belle que les jours précédens, soit que sa lumière fut diminuée par celle de la Lune, ou que le ciel ne fut pas parfaitement pur. A  $15^h 6' 47''$ , temps vrai, le noyau de la Comète suivoit l'étoile *l* au fil horaire de  $1^d 0' 25''$ ; la Comète inférieure à l'Étoile de  $35' 44''$ ; ascension droite de la Comète,  $116^d 33' 55''$ ; sa déclinaison de  $19^d 52' 39''$ .

La nuit du 5 au 6 Septembre, le ciel en grande partie serein; on avoit de la peine à voir la Comète, à cause de la grande lumière de la Lune qui étoit dans son plein; je comparai le noyau à la même étoile *l* des Gemeaux, & à une Étoile de septième grandeur qui n'étoit pas encore connue, & dont je déterminai la position; c'est l'Étoile *n.*<sup>o</sup> 9 de la seconde Table qui est à la suite de ce Mémoire. A  $14^h 50' 25''$ , temps vrai, la Comète suivoit l'étoile *l* des Gemeaux au fil horaire de  $1^d 40' 32''$ ; elle étoit inférieure à la même Étoile de  $42' 57''$ ; ascension droite de la Comète,  $117^d 14' 2''$ ; déclinaison  $19^d 45' 26''$  boréale.

La nuit du 8 au 9, le ciel en grande partie couvert avec pluie & vent; vers les 3 heures trois quarts du matin, je saisis un intervalle de nuages pour comparer le noyau de la Comète à l'Étoile de septième grandeur, dont il est parlé dans l'article précédent; c'est l'Étoile *n.*<sup>o</sup> 9 de la seconde Table. A  $15^h 59' 53''$ , temps vrai, la Comète suivoit cette Étoile au fil horaire de  $1^d 23' 43''$ ; elle étoit inférieure à la même Étoile de  $3' 42''$ : de ces différences & de la position de l'Étoile, j'ai déduit celle de la Comète, son ascension droite étoit de  $119^d 14' 35''$ , & sa déclinaison de  $19^d 24' 57''$ .

La nuit du 9 au 10, le ciel entièrement serein; il faisoit un grand clair de Lune qui n'empêcha pas de voir la Comète, je comparai le noyau à l'étoile  $\zeta$  de l'Écrevisse, cinquième grandeur: la position de cette Étoile pour le temps de cette observation, est rapportée dans la seconde Table. A  $15^h 9' 39''$ , temps vrai, la Comète suivoit l'Étoile au fil horaire de

7' 16", supérieure à la même Étoile de 58' 12" : de ces différences, j'ai déduit l'ascension droite de la Comète de 119<sup>d</sup> 52' 49", & sa déclinaison boréale de 19<sup>d</sup> 17' 44".

La nuit du 10 au 11, le ciel presque totalement couvert; après 4 heures du matin, j'aperçus la Comète dans un intervalle de nuages, & je la comparai à la même Étoile que la nuit précédente, ζ de l'Écrevisse. A 16<sup>h</sup> 29' 54", temps vrai, la Comète suivoit l'Étoile au fil horaire de 45' 37"; la Comète supérieure de 50' 6"; ascension droite de la Comète 120<sup>d</sup> 31' 10"; déclinaison 19<sup>d</sup> 9' 38" boréale.

La nuit du 14 au 15 Septembre, le ciel en grande partie couvert; le matin les nuages étoient séparés, & dans les intervalles, je revis la Comète, la Lune qui étoit dans son voisinage en diminuoit sensiblement la lumière, & on avoit beaucoup de peine à l'apercevoir; je comparai le noyau aux étoiles d' & θ de l'Écrevisse, l'une & l'autre de sixième grandeur; leurs positions pour le temps de ces observations sont rapportées dans la seconde Table. A 14<sup>h</sup> 21' 17", temps vrai, la Comète suivoit l'étoile d' au fil horaire de 28' 4"; elle étoit inférieure à la même Étoile de 20' 40"; ascension droite de la Comète 123<sup>d</sup> 0' 45"; déclinaison boréale 18<sup>d</sup> 42' 6".

La nuit du 17 au 18, le matin ciel serein & sans Lune; la Comète avoit perdu beaucoup de sa lumière, on avoit de la peine à l'apercevoir à la lunette, & il y avoit lieu de présumer qu'elle cesseroit bientôt de paroître; je comparai le noyau à l'étoile θ de l'Écrevisse; la position de cette Étoile pour le temps de cette observation est rapportée dans la seconde Table. A 15<sup>h</sup> 58' 57", temps vrai, la Comète suivoit l'Étoile au fil horaire de 14' 47"; elle étoit inférieure à l'Étoile de 31' 52"; ascension droite de la Comète, 124<sup>d</sup> 52' 11"; déclinaison 18<sup>d</sup> 19' 28".

La nuit du 18 au 19, il y avoit quelques nuages le matin, & le ciel n'étoit pas pur; la Comète avoit les mêmes apparences que la nuit précédente; je comparai le noyau à la même étoile θ de l'Écrevisse, sixième grandeur. A 15<sup>h</sup> 36' 31", temps vrai,

la Comète suivoit l'Étoile au fil horaire de  $49^{\circ} 53''$ ; elle étoit inférieure à l'Étoile de  $39^{\circ} 50''$ : de ces différences, j'ai déduit l'ascension droite de la Comète de  $125^{\text{d}} 27' 17''$ , & sa déclinaison boréale de  $18^{\text{d}} 11' 30''$ .

La nuit du 19 au 20 Septembre, je comparai, comme la nuit précédente, le noyau de la Comète à la même étoile  $\theta$  de l'Écrevisse. A  $15^{\text{h}} 25' 39''$ , temps vrai, la Comète suivoit l'Étoile au fil horaire de  $1^{\text{d}} 24' 44''$ ; elle étoit inférieure à l'Étoile de  $45' 45''$ ; ascension droite de la Comète,  $126^{\text{d}} 2' 8''$ ; déclinaison  $18^{\text{d}} 5' 35''$ .

La nuit du 20 au 21, la Comète fut encore comparée à la même Étoile. A  $15^{\text{h}} 40' 39''$ , temps vrai, la Comète suivoit l'Étoile au fil horaire de  $1^{\text{d}} 59' 19''$ ; elle étoit inférieure à l'Étoile de  $53' 17''$ ; ascension droite de la Comète,  $126^{\text{d}} 36' 43''$ ; déclinaison de  $17^{\text{d}} 58' 3''$ .

La nuit du 29 au 30 Septembre, ciel serein le matin; ce ne fut pas sans peine que je pus revoir la Comète, sa lumière étoit extrêmement affoiblie: je doutois même si c'étoit elle; elle étoit dans le voisinage de Saturne. Je comparai le noyau à Saturne & à l'étoile  $\sigma'$  de l'Écrevisse, sixième grandeur (b); on trouvera leurs positions dans la seconde Table, qui est à la suite de ce Mémoire. A  $15^{\text{h}} 33' 47''$ , temps vrai, la Comète suivoit l'Étoile  $\sigma'$  au fil horaire de  $15' 17''$ ; elle étoit supérieure à la même Étoile de  $38' 39''$ : de ces différences, j'ai déduit l'ascension droite de la Comète de  $131^{\text{d}} 21' 58''$ , & sa déclinaison boréale de  $16^{\text{d}} 50'$ .

La Comète  
comparée  
à Saturne,

La nuit du 1.<sup>er</sup> au 2 Octobre, le ciel parfaitement serein le matin; on avoit beaucoup de peine à apercevoir la Comète aux instrumens, sa lumière étoit presque éteinte; je comparai le noyau à l'étoile  $\sigma^2$  de l'Écrevisse, sixième grandeur (c); la position de cette Étoile pour le temps de cette observation

(b) La position de cette Étoile a été conclue de son passage au Méridien avec celui de  $\delta$  de l'Écrevisse, quatrième grandeur.

(c) La position de cette Étoile a été déterminée, en la comparant plusieurs fois à  $\sigma^2$  de l'Écrevisse, par le moyen du micromètre adapté à la lunette, montée sur la machine parallaxique.

est rapportée dans la seconde Table. A  $15^h 33' 56''$ , temps vrai, la Comète suivoit l'Étoile au fil horaire de  $1^d 8' 26''$ ; elle étoit supérieure à la même Étoile de  $8' 20''$ : de la position de l'Étoile & de ces différences, j'ai déduit l'ascension droite du noyau de la Comète de  $13^d 19' 37''$ , & sa déclinaison boréale de  $16^d 35' 13''$ .

Dernière  
observation,  
le 3 Octobre  
matin.

La nuit du 2 au 3 Octobre, le ciel entièrement serein toute la nuit; la Lune sur l'horizon ne s'étant couchée qu'à 4 heures trois quarts; ce ne fut pas sans peine que je pus revoir la Comète, sa lumière étoit extrêmement rare, & je reconnus qu'il ne seroit plus possible de l'observer davantage, à cause de la Lune; & c'est au 3 de ce mois que finissent mes observations sur cette Comète; je déterminai la position du noyau, en le comparant à l'étoile de l'article précédent,  $\alpha^2$  de l'Écrevisse. A  $15^h 54' 30''$ , temps vrai, la Comète suivoit l'Étoile au fil horaire de  $1^d 37' 16''$ ; elle étoit supérieure à l'Étoile de 22 secondes seulement: de ces différences & de la position de l'Étoile, j'ai déduit l'ascension droite du noyau de la Comète de  $13^d 24' 27''$ , & sa déclinaison de  $16^d 27' 15''$  boréale. A  $16^h 49' 44''$ , temps vrai, la Comète avoit même déclinaison que l'Étoile.

*Explication des deux Tables qui sont à la suite de ce Mémoire.*

LA Table première contient tous les lieux de la Comète en ascension droite & déclinaison, conclus de sa situation observée, tant à l'égard des Étoiles qui n'étoient pas encore connues, que de celles des Catalogues; d'une partie desquelles j'ai vérifié les positions, en les observant au Méridien avec d'autres Étoiles plus connues. Voici le contenu de chaque colonne de cette Table; la première contient les jours du mois; la seconde, les temps vrais de chaque observation; la troisième, les ascensions droites de la Comète observée; la quatrième, les déclinaisons de la Comète; la cinquième, les différences de passages ou d'ascension droite entre la Comète & les Étoiles, marquées du signe  $\pm$  si la Comète suivoit l'Étoile,

l'Étoile, ou si elle étoit orientale, est du signe — ; si la Comète précédoit, ou si elle étoit à l'occident de l'Étoile, cette différence étant ajoutée à l'ascension droite de l'Étoile rapportée dans la seconde Table, ou en étant soustraite suivant le signe qui l'affecte, on a l'ascension droite de la Comète; la sixième colonne contient les différences en déclinaison entre la Comète & les Étoiles: ces différences sont aussi affectées des signes + & —, pour qu'en les ajoutant ou les soustrayant suivant le signe, de la déclinaison de l'Étoile avec laquelle la Comète a été comparée, on ait la déclinaison de la Comète; la septième indique la grandeur des Étoiles; la huitième contient les lettres de Bayer, & les numéros qui distinguent tant les Étoiles qui n'étoient pas connues, que celles des Catalogues; & la dernière colonne désigne la constellation.

La seconde Table contient les ascensions droites & les déclinaisons des Étoiles pour le temps des observations; je n'ai fait d'autres réductions à l'ascension droite & à la déclinaison de ces Étoiles, que celle qu'on trouve dans les Catalogues, sous le titre de *Variation annuelle*, qui dépend de la précession des équinoxes, supposée d'un degré en soixante & douze ans.

L'on voit par cette seconde Table, que le cours de la Comète m'a donné occasion de déterminer les positions de vingt-quatre Étoiles, dont les lieux n'étoient pas encore déterminés, & dont la plupart ont servi à déterminer les lieux de la Comète.

Vingt-quatre  
Étoiles  
ajoutées aux  
Catalogues,

Je joins aussi à ce Mémoire, deux Cartes célestes, qui représentent l'une & l'autre la route apparente que la Comète a tenue parmi les Étoiles fixes, suivant mes observations: ces Cartes sont divisées en degrés d'ascension droite & de déclinaison, de manière qu'il sera aisé de juger à l'inspection de ces Cartes, la position de la Comète observée, & celle des Étoiles près desquelles elle aura passé. La première de ces Cartes contient la route apparente de la Comète, dans la

Planche I,

première branche de son orbite, depuis le jour que je la découvris, le 14 Juin jusqu'au 3 Juillet qu'elle fut abaissée sous l'horizon du côté du Nord : cette Carte renferme les constellations par lesquelles elle a passé, comme l'écu de Sobieski, la queue du Serpent, la Lyre, le Dragon, Céphée, la Giraffe, le Cocher & le Lynx; elle a passé fort près du Pôle de l'écliptique, ainsi que de celui de l'Équateur.

Planche II. La seconde Carte contient les positions de la Comète, observées dans la seconde branche de son orbite, depuis le 3 Août jusqu'au 3 Octobre matin qu'elle cessa d'être visible aux instrumens : cette Carte contient les constellations des Gemeaux & de l'Écrevisse que la Comète a parcourues; j'y ai rapporté aussi la position de Saturne, le 29 Septembre.

Tous les détails que contient ce Mémoire m'ont paru nécessaires pour essayer de déterminer la période de cette Comète & les élémens de son orbite; c'est aussi ce qui m'a engagé à placer ici les deux Tables suivantes, où l'on verra dans un assez grand détail le résultat de mes observations, & les positions des Étoiles qui ont servi à conclure celle de la Comète.

TABLE I. Des positions apparentes du noyau de la Comète observée en 1770, comparée avec les Étoiles fixes, depuis le 14 Juin, qu'elle fut découverte, jusqu'au 3 Octobre qu'elle parut dans les instrumens pour la dernière fois.

1770.	TEMPS vrai.	ASCENSION droite observée.	DÉCLINAISON Australe observée.	DIFFÉRENCE en ascen. dr. entre la Comète & les Étoiles.	DIFFÉRENCE en déclinaif. entre la Comète & les Étoiles.	Grandeur des Étoiles.	Lettre de Bayer & N.° des Étoiles.	ÉTOILES avec lesquelles la Comète a été comparée.
	H. M. S.	D. M. S.	D. M. S.	D. M. S.	D. M. S.			
Juin. 14	11. 30. 0	272. 54. 0	16. 46. 0	.....	.....	.....	.....	position estimée.
15	11. 23. 21	272. 57. 52	16. 29. 5	1. 13. 45+	0. 34. 57+	7	13	déterm. par observ.
	11. 49. 36	272. 57. 37	.....	1. 13. 30+	.....	7	13	} la même.
	14. 6. 14	272. 57. 22	.....	1. 13. 15+	.....	7	13	
17	11. 11. 7	273. 5. 22	15. 47. 19	1. 21. 15+	0. 6. 49-	7	13	
auMér. {	12. 28. 49	273. 6. 19	.....	28. 13. 15-	.....	3	$\alpha^2$	} du Capricorne.
	12. 28. 49	273. 6. 27	.....	28. 55. 0-	.....	3	$\beta$	
	12. 46. 31	273. 5. 29	15. 46. 26	1. 21. 22+	0. 7. 42-	7	13	} la même que ci-dess.
	12. 48. 40	273. 7. 43	15. 45. 22	0. 54. 0-	1. 3. 42-	6	16	
	12. 53. 50	273. 7. 13	.....	0. 54. 30-	.....	6	16	} la même.
20	10. 39. 43	273. 19. 58	14. 20. 11	0. 41. 45-	0. 21. 29-	6	16	
	11. 9. 30	273. 20. 58	14. 20. 6	0. 40. 45-	0. 21. 34-	6	16	
	11. 38. 59	273. 20. 58	.....	0. 40. 45-	.....	6	16	} la même que ci-dess.
	11. 38. 59	273. 21. 22	14. 20. 12	1. 37. 15+	1. 33. 56-	7	13	
21	10. 26. 28	273. 26. 13	13. 41. 4	0. 35. 30-	1. 0. 36-	6	16	
	11. 3. 21	273. 26. 28	13. 40. 5	0. 35. 15-	1. 1. 35-	6	16	} la même que ci-dess.
22	10. 24. 6	273. 34. 13	12. 50. 12	0. 27. 30-	1. 51. 28-	6	16	
	10. 44. 32	273. 35. 3	12. 49. 30	0. 20. 45-	0. 17. 0-	9	15	} télescopique déterm.
	10. 44. 32	273. 35. 2	12. 49. 28	0. 59. 22+	0. 42. 57+	7	14	
	11. 42. 35	273. 35. 10	12. 47. 58	0. 59. 30+	0. 41. 27+	7	14	} la même.
auMér. {	12. 8. 6	273. 35. 22	12. 46. 21	1. 51. 15+	3. 7. 47-	7	13	
	12. 8. 6	273. 35. 13	12. 46. 31	0. 26. 30-	1. 55. 9-	6	16	} la même que ci-dess.
	12. 8. 6	273. 35. 13	12. 46. 30	19. 16. 45+	2. 38. 48-	2	$\eta$	
24	12. 1. 21	273. 57. 44	10. 24. 52	2. 13. 37+	5. 29. 16-	7	13	} les mêmes que ci-dess.
	12. 1. 21	273. 57. 47	10. 24. 49	2. 22. 7+	1. 41. 42-	7	14	
	12. 1. 21	273. 57. 48	10. 24. 49	0. 42. 52-	0. 31. 17-	7	18	} déterminées.
auMér. {	12. 1. 21	273. 57. 45	10. 24. 49	1. 36. 41-	0. 43. 16-	6	22	
	12. 1. 21	273. 57. 37	10. 24. 47	9. 33. 30-	5. 12. 10+	3	$\lambda$	} de l'Aigle.
	12. 1. 21	273. 57. 49	10. 24. 46	17. 10. 22-	2. 53. 22+	3	$\kappa$	
	12. 1. 21	273. 57. 57	10. 24. 54	27. 21. 37-	2. 49. 35-	3	$\alpha^2$	} du Capricorne.
	12. 27. 25	273. 57. 55	10. 22. 50	1. 22. 15+	1. 43. 41-	7	14	
	12. 27. 25	273. 57. 40	10. 22. 41	0. 43. 0-	0. 33. 25-	7	18	} même de cette Table.
	12. 27. 25	273. 57. 56	10. 22. 26	1. 36. 30-	0. 45. 39-	6	22	
	12. 43. 1	273. 57. 25	10. 21. 56	0. 43. 15-	0. 34. 10-	7	18	} les mêmes que ci-dess.
	12. 43. 1	273. 57. 41	10. 22. 9	1. 36. 45-	0. 45. 56-	6	22	
	13. 23. 10	273. 56. 55	10. 19. 26	0. 43. 45-	0. 36. 40-	7	18	

1770.	TEMPS vrai.	ASCENSION droite observée.	DÉCLINAISON Australe observée.	DIFFÉRENCE en ascens. dr. entre les Étoiles & la Comète.	DIFFÉRENCE en déclinaif. entre la Comète & les Étoiles.	Grandeur des Étoiles.	Letres de Bayer & N.° des Étoiles.	ÉTOILES avec lesquelles la Comète a été comparée.
	H. M. S.	D. M. S.	D. M. S.	D. M. S.	D. M. S.			
Juin. 24	13. 23. 10	273. 56. 56	10. 19. 54	1. 37. 30 —	0. 48. 11 —	6	α	déterminée.
25	13. 25. 44	274. 15. 42	8. 30. 17	1. 26. 0 —	0. 7. 11 +	4	m	de l'Aigle.
	13. 36. 23	274. 15. 12	8. 29. 9	1. 26. 30 —	0. 6. 2 +	4	m	la même.
27	13. 10. 41	275. 12. 31	2. 13. 16	2. 50. 45 +	0. 42. 57 —	3	n	du Serpent.
	13. 27. 22	275. 12. 53	2. 9. 36	2. 51. 7 +	0. 46. 37 —	3	n	la même.
			Boréale.					
28	10. 43. 47	276. 3. 44	3. 10. 0	5. 8. 30 —	0. 45. 24 —	4	θ	du Serpent.
29	9. 59. 53	277. 43. 44	13. 30. 58	5. 59. 15 —	0. 1. 25 —	3	ζ	de l'Aigle.
	10. 29. 34	277. 46. 29	13. 48. 59	5. 56. 30 —	0. 16. 36 +	3	ζ	la même.
	11. 39. 4	277. 52. 44	.....	5. 50. 15 —	.....	3	ζ	
	11. 56. 27	277. 54. 22	14. 45. 26	5. 48. 37 —	1. 13. 3 +	3	ζ	
au Mér.	11. 56. 27	277. 54. 18	14. 45. 25	16. 50. 0 +	2. 0. 41 +	2	α	d'Ophiucus.
30	12. 0. 0	282. 40. 0	37. 30. 0	.....	.....	1	α	Lyre Com. posit. est.
Juillet. 1	12. 0. 0	324. 0. 0	77. 0. 0	.....	.....	.....	.....	position estimée.
3	11. 0. 0	89. 0. 0	49. 0. 0	.....	.....	1	α	la Chèvre, posit. est.
Août. 2	14. 57. 31	96. 32. 25	22. 29. 31	6. 17. 2 +	0. 3. 44 —	4	n	des Gemeaux.
	14. 57. 31	96. 32. 31	22. 29. 38	4. 16. 26 +	0. 7. 5 —	3	μ	
	14. 57. 31	96. 32. 28	22. 29. 40	0. 13. 2 +	0. 16. 22 +	7	i	déterminée.
	15. 33. 28	96. 32. 55	22. 29. 23	6. 17. 32 +	0. 3. 52 —	4	n	des Gemeaux.
	15. 33. 28	96. 32. 31	22. 29. 20	4. 16. 26 +	0. 7. 23 —	3	μ	
	15. 33. 28	96. 33. 12	22. 29. 18	0. 13. 47 +	0. 15. 59 +	7	i	la même que ci-dess.
3	14. 39. 30	96. 56. 51	22. 25. 13	4. 40. 46 +	0. 11. 30 —	3	μ	des Gemeaux.
	14. 39. 30	96. 56. 55	22. 25. 11	0. 37. 29 +	0. 11. 52 +	7	i	la même que ci-dess.
	15. 14. 4	96. 57. 21	22. 25. 42	4. 41. 16 +	0. 11. 1 —	3	μ	des Gemeaux.
	15. 18. 30	96. 57. 32	22. 25. 32	0. 38. 6 +	0. 12. 13 +	7	i	la même que ci-dess.
4	14. 7. 14	97. 20. 40	22. 21. 58	5. 4. 35 +	0. 14. 45 —	3	μ	des Gemeaux.
	14. 16. 18	97. 21. 59	22. 21. 14	1. 2. 33 +	0. 7. 55 +	7	i	la même que ci-dess.
	14. 16. 18	97. 22. 4	22. 21. 5	2. 4. 51 —	0. 20. 14 +	6	d	des Gemeaux.
	14. 32. 48	97. 22. 21	22. 21. 3	1. 2. 55 +	0. 7. 44 +	7	i	la même que ci-dess.
	14. 32. 48	97. 22. 19	22. 20. 54	2. 4. 36 —	0. 20. 3 +	6	d	des Gemeaux.
	14. 48. 38	97. 22. 37	22. 20. 54	1. 3. 11 +	0. 7. 35 +	7	i	la même que ci-dess.
	14. 48. 38	97. 22. 34	22. 20. 46	2. 4. 21 —	0. 19. 55 +	6	d	des Gemeaux.
	15. 1. 51	97. 22. 49	22. 21. 48	2. 4. 6 —	0. 20. 57 +	6	d	la même.
	15. 1. 51	97. 23. 10	22. 21. 50	5. 13. 51 —	1. 28. 32 +	3	ζ	des Gemeaux.
	15. 27. 34	97. 23. 19	22. 22. 4	2. 3. 36 —	0. 21. 13 +	6	d	
	15. 27. 34	97. 23. 55	22. 21. 9	5. 13. 6 —	1. 27. 51 +	3	ζ	
5	14. 33. 15	97. 49. 11	22. 17. 16	1. 29. 45 +	0. 3. 57 +	7	i	la même que ci-dess.
	14. 33. 15	97. 48. 54	22. 16. 48	1. 38. 1 —	0. 15. 57 +	6	d	des Gemeaux.
	14. 49. 45	97. 49. 25	22. 17. 4	1. 29. 59 +	0. 3. 45 +	7	i	même de cette Table.
	14. 49. 45	97. 49. 54	22. 16. 40	1. 37. 1 —	0. 15. 49 +	6	d	des Gemeaux.
	15. 8. 0	97. 49. 41	22. 17. 0	1. 30. 15 +	0. 3. 41 +	7	i	la même que ci-dess.



1770.	TEMPS vrai.	ASCENSION droite observée.	DÉCLINAISON Boréale. observée.	DIFFÉRENCE en ascenf. dr. entre la Comète & les Étoiles.	DIFFÉRENCE en déclinaif. entre la Comète & les Étoiles.	Grandeur des Étoiles.	Lettr. de Bayer & N.° des Étoiles	ÉTOILES avec lesquelles la Comète a été comparée.
	H. M. S.	D. M. S.	D. M. S.	D. M. S.	D. M. S.			
Août. 5	15. 8. 0	97. 49. 24	22. 16. 35	1. 37. 31 —	0. 15. 44 +	6	d	des Gemeaux.
	15. 22. 56	97. 49. 54	22. 17. 2	1. 37. 1 —	0. 16. 11 +	6	d	la même.
	15. 22. 56	97. 49. 59	22. 16. 55	4. 47. 2 —	1. 23. 37 +	3	ζ	des Gemeaux.
6	14. 24. 21	98. 16. 9	22. 13. 54	6. 0. 4 +	0. 22. 49 —	3	μ	
	14. 24. 21	98. 16. 45	22. 13. 19	1. 57. 19 +	0. 0. 0	7	1	la même que ci-dess.
	14. 40. 5	98. 17. 0	22. 13. 19	1. 57. 34 +	0. 0. 0	7	1	la même.
	14. 40. 5	98. 16. 43	22. 13. 44	1. 10. 12 —	0. 12. 13 +	6	d	des Gemeaux.
	14. 54. 44	98. 17. 15	22. 13. 19	1. 57. 49 +	0. 0. 0	7	1	la même que ci-dess.
	14. 54. 44	98. 17. 13	22. 13. 4	1. 9. 42 —	0. 12. 13 +	6	d	des Gemeaux.
7	14. 44. 5	98. 45. 57	22. 9. 34	2. 26. 31 +	0. 3. 45 —	7	1	la même que ci-dess.
	14. 44. 6	98. 45. 26	22. 9. 50	0. 41. 29 —	0. 8. 59 +	6	d	des Gemeaux.
	14. 50. 55	98. 46. 5	22. 9. 33	2. 26. 39 +	0. 3. 46 —	7	1	la même que ci-dess.
	14. 50. 55	98. 45. 40	22. 9. 24	0. 41. 15 —	0. 8. 33 +	6	d	des Gemeaux.
8	14. 15. 7	99. 14. 23	22. 5. 2	0. 12. 32 —	0. 4. 11 +	6	d	la même.
	14. 15. 23	99. 15. 8	22. 5. 0	0. 11. 47 —	0. 4. 9 +	6	d	
	14. 46. 6	99. 15. 23	22. 4. 57	0. 11. 32 —	0. 4. 6 +	6	d	
	14. 46. 6	99. 14. 58	22. 4. 56	3. 22. 3 —	1. 11. 38 +	3	ζ	
	15. 5. 22	99. 15. 53	22. 4. 55	0. 11. 2 —	0. 4. 4 +	6	d	des Gemeaux.
	15. 5. 22	99. 15. 43	22. 4. 50	3. 21. 18 —	1. 11. 32 +	3	ζ	
9	14. 43. 12	99. 47. 33	22. 0. 3	2. 49. 28 —	1. 6. 45 +	3	ζ	la même.
10	14. 9. 38	100. 17. 48	21. 58. 25	0. 50. 53 +	0. 2. 26 —	6	d	des Gemeaux.
	14. 16. 54	100. 18. 3	21. 58. 25	0. 51. 8 +	0. 2. 26 —	6	d	la même.
	14. 25. 34	100. 18. 3	21. 58. 20	0. 51. 8 +	0. 2. 31 —	6	d	
	14. 34. 43	100. 18. 18	21. 58. 20	0. 51. 23 +	0. 2. 31 —	6	d	
	14. 34. 43	100. 18. 18	21. 58. 9	0. 0. 0 —	0. 7. 6 +	9	1 <sup>r</sup>	
	14. 41. 27	100. 17. 38	21. 57. 34	2. 19. 23 —	1. 4. 16 +	3	ζ	déterminée.
	14. 56. 0	100. 18. 33	21. 58. 15	0. 51. 38 +	0. 2. 36 —	6	d	des Gemeaux.
	14. 56. 0	100. 18. 8	21. 57. 28	2. 18. 53 —	1. 4. 10 +	3	ζ	
	15. 15. 6	100. 19. 3	21. 58. 11	0. 52. 8 +	0. 2. 40 —	6	d	
11	14. 18. 44	100. 50. 23	21. 54. 34	1. 23. 28 +	0. 6. 17 —	6	d	
	14. 27. 11	100. 50. 38	21. 54. 30	1. 23. 43 +	0. 6. 21 —	6	d	la même.
	14. 40. 27	100. 51. 14	21. 53. 8	1. 45. 47 —	0. 59. 50 +	3	ζ	des Gemeaux.
	14. 49. 41	100. 51. 20	21. 53. 9	1. 45. 32 —	0. 59. 51 +	3	ζ	la même.
12	14. 41. 56	101. 24. 20	21. 50. 7	9. 8. 15 +	0. 46. 36 —	3	μ	des Gemeaux.
	15. 4. 35	101. 25. 14	21. 49. 51	1. 58. 19 +	0. 11. 0 —	6	d	
	15. 4. 35	101. 25. 34	21. 49. 44	1. 11. 27 —	0. 56. 26 +	3	ζ	
	15. 23. 17	101. 25. 29	21. 50. 13	1. 58. 34 +	0. 10. 38 —	6	d	
	15. 23. 17	101. 25. 25	21. 51. 3	1. 7. 11 +	0. 0. 0	9	1 <sup>r</sup>	la même que ci-dess.
	15. 25. 56	101. 25. 19	21. 49. 28	1. 11. 42 —	0. 56. 10 +	3	ζ	des Gemeaux.
14	14. 33. 21	102. 34. 31	21. 42. 9	0. 2. 30 —	0. 48. 51 +	3	ζ	la même.
	14. 54. 31	102. 35. 11	21. 42. 1	3. 8. 16 +	0. 18. 50 —	6	d	des Gemeaux.

1770.	TEMPS vrai.	ASCENSION droite observée.	DÉCLINAISON Boréale observée.	DIFFÉRENCE en ascen. dr. entre la Comète & les Étoiles.	DIFFÉRENCE en déclinaif. entre la Comète & les Étoiles.	Grandeur des Étoiles.	Lettres de Bayer, & N.º des Étoiles.	ÉTOILES avec lesquelles la Comète a été comparée
	H. M. S.	D. M. S.	D. M. S.	D. M. S.	D. M. S.			
Août	14. 54. 31	102. 34. 31	21. 42. 7	0. 2. 30 —	0. 48. 49 +	3	ζ	des Gemeaux.
	15. 14. 31	102. 34. 46	21. 42. 1	0. 2. 15 —	0. 48. 43 +	3	ζ	
	15. 24. 31	102. 35. 1	21. 41. 55	0. 2. 0 —	0. 48. 37 +	3	ζ	
	15. 39. 38	103. 11. 22	21. 37. 48	0. 34. 21 +	0. 44. 30 +	3	ζ	la même.
	15. 52. 42	103. 11. 52	21. 37. 46	0. 34. 51 +	0. 44. 28 +	3	ζ	
	16. 0. 37	103. 12. 22	21. 37. 45	0. 35. 21 +	0. 44. 27 +	3	ζ	
	18. 14. 21. 13	105. 2. 55	21. 25. 48	2. 25. 54 +	0. 32. 30 +	3	ζ	
	14. 40. 4	105. 3. 25	21. 25. 39	2. 26. 24 +	0. 32. 21 +	3	ζ	
	14. 40. 4	105. 3. 47	21. 25. 39	2. 1. 50 —	0. 34. 9 +	6	q	des Gemeaux.
	15. 0. 48	105. 4. 25	21. 25. 20	2. 27. 24 +	0. 32. 2 +	3	ζ	
	15. 0. 48	105. 4. 32	21. 25. 16	2. 1. 5 —	0. 33. 46 +	6	q	
	19. 14. 30. 13	105. 41. 47	21. 21. 13	3. 4. 46 +	0. 27. 55 +	3	ζ	
	14. 30. 13	105. 42. 9	21. 21. 13	1. 23. 28 —	0. 29. 43 +	6	q	
	14. 54. 36	105. 42. 32	21. 21. 1	3. 5. 31 +	0. 27. 43 +	3	ζ	la même.
	14. 54. 36	105. 42. 39	21. 20. 58	1. 22. 58 —	0. 29. 28 +	6	q	
	26. 15. 38. 21	110. 26. 25	20. 46. 43	3. 20. 48 +	0. 4. 47 —	6	q	
	15. 38. 21	110. 26. 16	20. 46. 39	2. 5. 21 +	0. 4. 36 —	6	r	
	16. 14. 47	110. 26. 33	20. 46. 28	7. 49. 32 +	0. 6. 50 —	3	ζ	
	16. 14. 47	110. 26. 46	20. 46. 29	2. 5. 51 +	0. 4. 26 —	6	r	des Gemeaux.
	28. 14. 43. 23	111. 46. 38	20. 35. 39	4. 41. 1 +	0. 15. 51 —	6	q	
	14. 43. 23	111. 46. 44	20. 35. 39	3. 25. 49 +	0. 6. 24 —	6	r	
	15. 7. 53	111. 47. 38	20. 35. 30	4. 42. 1 +	0. 16. 0 —	6	q	
	29. 15. 21. 28	112. 29. 25	20. 30. 24	4. 8. 30 +	0. 11. 39 —	6	r	
	15. 43. 6	112. 30. 0	20. 29. 34	3. 3. 30 —	0. 1. 11 —	6	l	la même.
	16. 3. 34	112. 30. 48	20. 29. 33	3. 2. 42 —	0. 1. 10 —	6	l	
	16. 24. 52	112. 31. 30	20. 29. 32	3. 2. 0 —	0. 1. 9 —	6	l	
	30. 14. 48. 15	113. 9. 29	20. 23. 40	2. 24. 1 —	0. 4. 43 —	6	l	
	15. 6. 8	113. 10. 22	20. 23. 38	2. 23. 8 —	0. 4. 45 —	6	l	
	15. 26. 24	113. 10. 44	20. 23. 36	2. 22. 46 —	0. 4. 47 —	6	l	la même.
	31. 14. 38. 26	113. 50. 43	20. 18. 1	1. 42. 47 —	0. 10. 22 —	6	l	
	15. 19. 5	113. 51. 43	20. 17. 58	1. 41. 47 —	0. 10. 25 —	6	l	
	Sept. 4. 15. 6. 47	116. 33. 55	19. 52. 39	1. 0. 25 +	0. 35. 44 —	6	l	
	15. 17. 9	116. 34. 25	19. 52. 35	1. 0. 55 +	0. 35. 48 —	6	l	
	15. 33. 39	116. 34. 55	19. 52. 26	1. 1. 25 +	0. 35. 57 —	6	l	déterminée. des Gemeaux.
	15. 49. 56	116. 35. 10	19. 52. 22	1. 1. 40 +	0. 36. 1 —	6	l	
	16. 12. 55	116. 35. 25	19. 51. 52	1. 15. 27 —	0. 23. 13 +	7	9	
	5. 14. 50. 25	117. 14. 2	19. 45. 26	1. 40. 32 +	0. 42. 57 —	6	l	
	14. 50. 25	117. 14. 1	19. 45. 16	0. 36. 51 —	0. 16. 37 +	7	9	
	15. 4. 31	117. 14. 2	19. 45. 24	1. 40. 32 +	0. 42. 59 —	6	l	des Gemeaux.
	15. 4. 31	117. 14. 1	19. 45. 16	0. 36. 51 —	0. 16. 37 +	7	9	la même que ci-dess.
	15. 16. 43	117. 14. 16	19. 45. 13	0. 36. 36 —	0. 16. 34 +	7	9	la même.

1770.	TEMPS vrai.	ASCENSION droite observée.	DÉCLINAISON Boréale observée.	DIFFÉRENCE en ascenl. dr. entre la Comète & les Étoiles.	DIFFÉRENCE en déclinaif. entre la Comète & les Étoiles.	Grandeur des Étoiles.	Lettr. de Bayer, & N.° des Étoiles.	ÉTOILES avec lesquelles la Comète a été comparée.
	H. M. S.	D. M. S.	D. M. S.	D. M. S.	D. M. S.			
Sept. 8	15. 59. 53	119. 14. 35	19. 24. 57	1. 23. 43 +	0. 3. 42 -	7	9	la même.
	16. 8. 34	119. 14. 50	19. 24. 54	1. 23. 58 +	0. 3. 45 -	7	9	
9	15. 9. 39	119. 52. 49	19. 17. 44	0. 7. 16 +	0. 58. 12 +	5	5	de l'Écrevisse.
	15. 25. 14	119. 53. 4	19. 17. 42	0. 7. 31 +	0. 58. 10 +	5	5	
	15. 40. 32	119. 53. 4	19. 17. 39	0. 7. 31 +	0. 58. 7 +	5	5	
10	16. 29. 54	120. 31. 10	19. 9. 38	0. 45. 37 +	0. 50. 6 +	5	5	la même.
14	14. 21. 17	123. 0. 45	18. 42. 6	0. 28. 4 +	0. 20. 40 -	6	d'	de l'Écrevisse.
	14. 38. 38	123. 1. 30	18. 42. 3	0. 28. 49 +	0. 20. 43 -	6	d'	la même.
	14. 38. 38	123. 1. 23	18. 41. 55	1. 36. 1 -	0. 9. 25 -	6	θ	de l'Écrevisse.
	15. 5. 12	123. 2. 15	18. 41. 56	0. 29. 34 +	0. 20. 50 -	6	d'	la même.
	15. 47. 12	123. 3. 16	18. 41. 54	0. 30. 35 +	0. 20. 52 -	6	d'	de l'Écrevisse.
17	16. 58. 57	124. 52. 11	18. 19. 28	0. 14. 47 +	0. 31. 52 -	6	θ	la même.
	16. 11. 9	124. 52. 26	18. 19. 26	0. 15. 2 +	0. 31. 54 -	6	θ	
	16. 19. 47	124. 52. 41	18. 19. 23	0. 15. 17 +	0. 31. 57 -	6	θ	
18	15. 36. 31	125. 27. 17	18. 11. 30	0. 49. 53 +	0. 39. 50 -	6	θ	la même.
	16. 2. 20	125. 27. 47	18. 11. 22	0. 50. 23 +	0. 39. 58 -	6	θ	
	16. 16. 13	125. 28. 2	18. 11. 17	0. 50. 38 +	0. 40. 3 -	6	θ	
19	15. 25. 39	126. 2. 8	18. 5. 35	1. 24. 44 +	0. 45. 45 -	6	θ	de l'Écrevisse.
	15. 36. 25	126. 2. 23	18. 5. 32	1. 24. 59 +	0. 45. 48 -	6	θ	
20	15. 40. 39	126. 36. 43	17. 58. 3	1. 59. 19 +	0. 53. 17 -	6	θ	
29	15. 33. 47	131. 21. 58	16. 50. 0	0. 15. 17 +	0. 38. 39 +	6	o <sup>1</sup>	de l'Écrevisse.
	15. 47. 46	131. 21. 58	16. 48. 39	4. 31. 44 -	0. 39. 20 -	.....	θ	SATURNE.
	16. 49. 26	131. 22. 58	16. 49. 6	0. 16. 17 +	0. 37. 45 +	6	o <sup>1</sup>	de l'Écrevisse.
Oct. 1	15. 33. 56	132. 19. 37	16. 35. 13	1. 8. 26 +	0. 8. 20 +	6	o <sup>2</sup>	
	16. 44. 3	132. 21. 23	16. 34. 31	1. 10. 12 +	0. 7. 38 +	6	o <sup>2</sup>	
2	15. 54. 30	132. 48. 27	16. 27. 15	1. 37. 16 +	0. 0. 22 +	6	o <sup>2</sup>	la même.
	16. 49. 44	132. 49. 27	16. 26. 53	1. 38. 16 +	0. 0. 0		o <sup>2</sup>	

TABLE II. *Des Ascensions droites & Déclinaisons des Étoiles avec lesquelles la Comète de 1770 a été comparée, depuis le 14 Juin qu'elle fut découverte, jusqu'au 3 Octobre au matin, qu'elle fut visible pour la dernière fois. Leurs positions réduites au temps des observations.*

ASCENSION droite des Étoiles.	DÉCLINAISON	Grandeur des Étoiles.	Letres de Bayer, & N.º des Étoiles.	NOMS DES ÉTOILES qui ont servi à la détermination du lieu de la Comète.
D. M. S.	D. M. S.			
90. 15. 23	22. 33. 15 B.	4	η	des Gemeaux, Comète comparée le 3 Août matin.
92. 16. 5	22. 36. 43	3	μ	des Gem. Com. comp. les 3, 4, 6, 7 & 13 Août mat.
96. 19. 26	22. 13. 19	7	1	déterm. Com. comp. les 3, 4, 5, 6, 7 & 8 Août mat.
99. 26. 55	22. 0. 51	6	d	des Gemeaux, Comète comparée les 5, 6, 7, 8, 9, 11, 12, 13 & 15 Août matin.
100. 18. 18	21. 51. 3	9	1'	déterminée, Comète en opposition le 10, & même déclinaison le 12 Août matin avec cette Étoile.
102. 37. 1	20. 53. 18	3	ζ	des Gemeaux, Comète comparée les 5, 6, 9, 10, 11, 12, 13, 15, 16, 19, 20 & 27 Août matin.
104. 7. 35	21. 38. 33	8	2	déterminée; la queue de la Comète se terminoit à cette Étoile le 19 Août matin.
106. 35. 59	22. 23. 13	3	δ	des Gemeaux
107. 5. 37	20. 51. 30	6	γ	des η, Com. comp. les 19, 20, 27 & 29 Août mat.
108. 20. 55	20. 42. 3	6	τ	des η, Com. comp. les 27, 29. & 30 Août matin.
110. 53. 0	20. 39. 9	8	2'	déterminée; la queue de la Comète se terminoit à cette Étoile le 29 Août matin.
111. 26. 19	20. 38. 55	8	3	déterminée.
112. 53. 48	20. 49. 22	8	4	déterm. la Com. près de cette Étoile le 31 Août mat.
113. 56. 33	20. 19. 41	8	5	déterm. la Comète près de cette Étoile le 1. <sup>er</sup> Sept.
114. 38. 23	19. 54. 3	7	6	déterminée.
115. 33. 30	20. 28. 23	6	1	des Gemeaux, Comète comparée les 30 & 31 Août, 1, 5 & 6 Septembre matin.
116. 48. 42	19. 28. 7	8	7	déterminée.
116. 50. 42	20. 26. 41	7	8	déterminée.
117. 50. 52	19. 28. 39	7	9	déterm. Com. comp. les 5, 6 & 9 Septembre mat.
118. 41. 45	19. 51. 33	8	10	déterminée.
119. 45. 33	18. 19. 32	5	ζ	de l'Écrevisse, Com. comp. les 10 & 11 Sept. mat.
120. 15. 22	18. 21. 25	8	11	déterminée.
122. 32. 41	19. 2. 46	6	d'	de l'Écrevisse, Comète comparée le 14 Sept. matin,
124. 37. 24	18. 51. 20	6	θ	de l'Écrevisse, Comète comparée les 15, 18, 19, 20 & 21 Septembre matin.
127. 54. 32	18. 59. 8	4	δ	de l'Écrevisse.
131. 3. 11	18. 1. 32	7	12	déterminée.

ASCENSION droite.	DÉCLINAISON des ÉTOILES.	Grandeur des Étoiles.	Letres de Bayer, & N.° des Étoiles.	NOMS DES ÉTOILES qui ont servi à la détermination du lieu de la Comète.
D. M. S.	D. M. S.			
131. 6. 41	16. 11. 21 B.	6	o <sup>1</sup>	de l'Écrevisse, Com. comp. le 30 Septembre matin.
131. 11. 11	16. 26. 53	6	o <sup>2</sup>	de ♍, Com. comp. le 30 Sept. & les 2 & 3 Oct. mat.
135. 53. 42	17. 27. 59	.. . . .	h	SATURNE, Com. comp. le 30 Septembre matin.
254. 18. 28	15. 25. 18 A.	2	"	d'Ophiucus, Comète comparée le 22 Juin.
261. 4. 18	12. 44. 44 B.	2	α	d'Ophiucus, Comète comparée le 29 Juin.
271. 44. 7	15. 54. 8 A.	7	13	déterm. Com. comp. les 15, 17, 20, 22 & 24 Juin.
272. 21. 46	2. 56. 13	3	"	du Serpent, Comète comparée le 27 Juin.
272. 35. 40	12. 6. 31	7	14	déterminée, Com. comp. les 22 & 24 Juin.
273. 55. 48	13. 6. 30	10	15	déterminée, Comète comparée le 22 Juin.
274. 1. 43	14. 41. 40	6	16	déterm. Com. comp. les 17, 20, 21 & 22 Juin.
274. 10. 28	14. 42. 40	7	17	déterminée.
274. 40. 40	10. 56. 6	7	18	déterminée, Comète comparée le 24 Juin.
274. 48. 58	14. 47. 7	7	19	déterminée.
274. 54. 13	15. 0. 0	7	20	déterminée.
275. 8. 13	15. 0. 0	7	21	déterminée.
275. 34. 26	11. 8. 5	6	22	déterminée, Comète comparée le 24 Juin.
275. 41. 42	8. 23. 6 A.	4	m	de l'Aigle, Comète comparée le 25 Juin.
281. 12. 14	3. 55. 24 B.	4	θ	du Serpent, Comète comparée le 28 Juin.
283. 31. 7	5. 12. 37 A.	3	λ	de l'Aigle, Comète comparée le 24 Juin.
283. 42. 59	13. 32. 23 B.	3	ζ	de l'Aigle, Comète comparée le 29 Juin.
291. 8. 11	7. 31. 24 A.	3	κ	de l'Aigle, Comète comparée le 24 Juin.
301. 19. 34	13. 14. 29	3	α <sup>2</sup>	du Capricorne, Comète comp. les 17 & 24 Juin.
302. 1. 27	15. 29. 24 A.	3	β <sup>2</sup>	du Capricorne, Comète comparée le 17 Juin.
317. 26. 53	77. 11. 31 B.	5	23	de Céphée, la position de la Comète estimée la nuit du 1 au 2 Juillet.

## TABLE des Éléments de l'orbite de la Comète de 1770.

NUMÉR. des THÉOR.	L I E U DU N Œ U D ascendant.				INCLIN. de L'ORBITE			LONGITUDE du PÉRIPHÉLIE.				D I S T. du PÉRIPHÉLIE.		P A S S A G E de la COMÈTE au PÉRIPHÉLIE en 1770, Temps moyen à Paris.				
	S.	D.	M.	S.	D.	M.	S.	S.	D.	M.	S.		J.	M.	H.	M.	S.	
I.	4.	16.	39.	5	1.	44.	29	11.	26.	7.	16	0,629587	9	Août	à	0.	19. 17	
II.	4.	15.	28.	43	1.	46.	31	11.	26.	6.	40	0,62955	9	Août	à	0.	3. 46	
III.	4.	15.	3.	42	1.	44.	35	11.	22.	51.	22	0,64456	8	Août	à	9.	9. 16	
IV.	4.	14.	30.	0	1.	23.	0	0.	7.	13.	46	0,71717	25	Août	à	2.	8. 53	
V.	4.	12.	56.	0	1.	46.	0	11.	29.	45.	0	0,64946	12	Août	à	20.	50. 0	
VI.	4.	16.	14.	0	1.	45.	20	11.	26.	12.	50	0,62872	9	Août	à	0.	32. 48	
VII.	4.	12.	0.	0	1.	55.	0	11.	25.	57.	0	0,631	9	Août	à	3.	38. 0	

ÉLÉMENTS  
calculés.N.° I..... Par M. Pingré. Imprimés dans les *Mémoires de l'Académie*, année 1770, page 255.N.°s II, III, IV... Par M. Prosperin. Tirés de sa lettre du 1.<sup>er</sup> Mai 1772, & imprimés dans les *Mémoires de l'Académie d'Upsal*, tome II, page 267.

N.° V..... Par M. Widder. Tirés de sa lettre du 18 Avril 1772.

N.° VI..... Par M. Slop. Imprimés dans un Ouvrage qui a pour titre: *Theoriæ Cometarum*, anni 1769, & anni 1770. Pifis, 1771.N.° VII..... Par M. Lambert. *Recueil pour les Astronomes*, tome II, page 326.

## RECUEIL des Observations de la Comète de 1770.

## À GREENWICH.

Dans le Recueil *in-folio*, des Observations astronomiques, publié à Londres en 1776, par M. Maskelyne, Astronome royal, on trouve cinq déterminations du lieu de la Comète de 1770, pour les 28 Juin, 25, 26, 28 & 29 Août.

M. Aubert m'envoya de la part de M. Maskelyne, les observations suivantes, dans sa Lettre du 6 Juillet 1770.

1770.	TEMPS moyen.			ASCENSION droite.			DÉCLINAISON boréale.		
	H.	M.	S.	D.	M.	S.	D.	M.	S.
Juin. 28	13.	29.	28	276.	12.	6	4.	8.	37
29	10.	46.	0	277.	30.	0	14.	0.	0
Juill. 1	10.	26.	0	314.	23.	0	76.	0.	0
	12.	8.	0	324.	40.	0	78.	20.	0

Les trois dernières déterminations furent prises sur les divisions d'un petit secteur équatorial, & ces déterminations (ajoute M. Maskelyne) ne sauroient être exactes à plus d'un demi-degré ou d'un degré : la Comète du 1.<sup>er</sup> au 2 Juillet avoit changé de place environ de 44 degrés.

*À WEILBOURG. Par le P. Hubert.*

Dans les Éphémérides de Vienne, du P. Hell, année 1772, page 260, on a rapporté quelques observations de la Comète de 1770, avec quelques détails. Voici les observations.

1770.	TEMPS vrai.		ASCENSION droite.		DÉCLINAISON.	
	H.	M.	D.	M.	D.	M.
Juin. 26	11.	0	273.	10	6.	20
28	11.	0	276.	30	3.	50
29	11.	0	278.	20	13.	50
Juill. 1	9.	50	336.	0	73.	30
3	10.	30	83.	0	60	0

*À TYRNAW en Hongrie.*

Dans le Recueil des observations du P. Weifs, pour  
Kkkk ij

628 MÉMOIRES DE L'ACADÉMIE ROYALE  
 les années 1768, 1769 & 1770, il rapporte deux positions  
 de la Comète de 1770, les 26 & 28 Juin.

1770.	TEMPS vrai.	ASCENS. droite.	DÉCLINAIS.	LONGITUDE	LATITUDE.
	H. M. S.	D. M. S.	D. M. S.	S. D. M. S.	D. M. S.
Juin. 26	11. 55. 44	274. 37. 0	6. 17. 37 A.	9. 4. 45. 25	17. 7. 55 B.
28	11. 53. 11	276. 3. 0	3. 13. 45 B.	9. 6. 46. 0	26. 32. 34 B.

### À M I L A N.

Extrait d'une Lettre de M. l'abbé Boscovich, du 14 Juillet 1770, contenant les observations de la Comète de 1770, faites à Milan, par le P. la Grange: M. l'abbé Boscovich rapporte que dans la dernière observation il peut y avoir une petite erreur, ayant comparé la Comète à une petite Étoile: que dans les cinq autres déterminations il n'y a pas une minute d'erreur, & dans les trois premières, une erreur seulement de quelques secondes.

1770.	TEMPS vrai.	ASCENSION droite.	DÉCLINAISON.
	H. M. S.	D. M. S.	D. M. S.
Juin.. 25	11. 4. 18	274. 7. 9	8. 56. 44 A.
27	10. 56. 21	275. 9. 15	2. 43. 31 A.
29	10. 10. 21	277. 42. 3	13. 20. 42 B.
30	10. 45. 22	277. 44. 52	36. 17. 2 B.
Juill. 2	10. 14. 43	76. 28. 46	65. 6. 43 B.
3	14. 48. 52	75. 32. 30	49. 16. 43 B.

### À T O U L O U S E.

Extrait du Recueil des Observations astronomiques, publié  
 par M. Darquier, en 1777, in-4.<sup>o</sup>, page 163.



1770.	TEMPS vrai.	ASCENSION droite.	DÉCLINAISON boréale.
	H. M. S.	D. M. S.	D. M. S.
Juin. 28	11. 52. 45	276. 14. 0	3. 48. 44
29	11. 56. 13	277. 53. 20	14. 47. 0

## à B O L O G N E.

Extrait d'un ouvrage de M. Slop, ayant pour titre: *Theoricæ Cometarum, anni 1769 & anni 1770*, brochure in-folio de vingt-trois pages, dédiée à M. de la Lande.

1770.	TEMPS moyen.	ASCENSION droite.	DÉCLIN. boréale.	LONGITUDE.	LATITUDE boréale.
	H. M. S.	D. M. S.	D. M. S.	S. D. M. S.	D. M. S.
Juin. 28	11. 57. 11	276. 4. 58	3. 21. 5	9. 6. 47. 57	26. 40. 41
29	12. 6. 17	277. 49. 50	14. 38. 45	9. 9. 36. 35	37. 52. 7
Juill. 1	12. 38. 32	322. 59. 39	78. 7. 0	1. 29. 12. 46	71. 15. 50
2	13. 56. 30	78. 16. 18	62. 26. 5	2. 23. 1. 29	39. 15. 0

## à K A M I N I E C H en Pologne, par M. Krafft.

Mémoires de l'Académie de Pétersbourg, pour 1769, tome XIV,  
partie II, page 270.

1770.	TEMPS vrai.	ASCENSION droite.	DÉCLINAISON boréale.
	H. M. S.	D. M. S.	D. M. S.
Juin. 28	11. 44. 44	275. 47. 26	2. 59. 8
29	12. 37. 0	279. 6. 32	12. 54. 42

*RECHERCHES des Éléments de la Comète de 1770, par M.<sup>rs</sup> Prosperin & Widder ; avec les Recherches de M. Lexell, sur la révolution périodique de cette Comète qu'il fixe à cinq ans & demi, d'après ses observations.*

Extrait d'une Lettre de M. Prosperin , Astronome d'Upsal, des Académies d'Upsal & de Stockholm ; écrite le 1.<sup>er</sup> Mai 1772 (d).

« Ayant reconnu que les éléments de la Comète de 1770, » publiés par M. Pingré, ne s'accordoient pas avec les obser- » vations faites après la sortie des rayons du Soleil, je me suis » occupé à calculer des éléments dans la parabole, d'après vos » observations, depuis le 10 Août jusqu'au 2 Octobre : j'ai » commencé par l'observation du 10 Août, pour avoir toutes » celles qui étoient du côté du Périhélie, M. Pingré ayant » marqué le passage de la Comète au Périhélie, le 9 Août : » malgré beaucoup de calculs, je ne pouvois pas réussir à » accorder les observations avec les éléments dans la parabole. » Je me suis donc borné à un plus petit nombre d'observations, » savoir, depuis le 30 Août jusqu'à la fin de l'apparition de la » Comète, pour la recherche de ses éléments, & je suis parvenu à » obtenir des éléments que j'appellerai *Éléments troisièmes*. Ensuite, » j'ai entrepris l'examen des Éléments de M. Pingré, que je n'ai » pas trouvé d'accord avec les observations, dans le commen- » cement même de l'apparition. J'ai calculé d'autres éléments sur » les observations du 15 au 25 Juin, je les nommerai *Éléments » premiers* ; ils diffèrent très-peu de ceux de M. Pingré, mais » conviennent beaucoup mieux avec les observations, excepté » celles des 30 Juin, 1.<sup>er</sup> & 3 Juillet ; observations qui furent » estimées, & je ne sai pas quel degré de confiance on doit » leur donner (e) : de plus, la Comète étoit ces jours-là dans une » telle position, à l'égard de la Terre, qu'on ne sauroit même,

---

(d) Voyez aussi les *Mémoires de l'Acad. d'Upsal*, tome II, page 267. M. Prosperin y a rapporté tout son travail sur la Comète de 1770.

(e) Ces trois observations de la Comète ne furent estimées qu'à la simple vue, par des alignemens avec les Étoiles. Voyez le *Mémoire*,

par les élémens les plus parfaits, trouver son lieu géocentrique, « avec quelque précision ; elle étoit presque directement au- « dessus de la Terre, & la moindre erreur, dans la longitude « héliocentrique, en produiroit une beaucoup plus grande dans « la géocentrique : mais les observations de la Comète, après « sa sortie des rayons du Soleil, ne s'accordoient plus quant « à la longitude. Je me déterminai encore à rechercher de « nouveaux élémens, d'après les observations du 2 au 19 Août, « c'est-à-dire, jusqu'à l'endroit où les élémens troisièmes com- « mencèrent à s'éloigner des observations, & ces élémens je « les nomme *Éléments deuxièmes*. Pour représenter la marche de « la Comète, par des élémens paraboliques, j'ai donc trouvé « trois différens élémens qui divisent son apparition en autant « d'époques ; savoir, la première, depuis le 14 Juin jusqu'à la « fin du mois ; la seconde, depuis le 2 Août jusqu'au 19 ; & « la troisième, depuis le 19 Août jusqu'à la fin de l'apparition. « J'ai comparé ces élémens aux observations, dans chacune « de ces époques : j'ai aussi calculé quelques observations dans « les époques qui n'appartiennent pas aux élémens, & montrent « la progression des erreurs de la Comète ; je les ai marquées « d'un astérisque \* dans les Tables qui suivent. «

Je vous dirai ce que je pense de toutes ces variétés dans « les élémens : comme les élémens troisièmes sont fort diffé- « rens de ceux de M. Pingré, je pense qu'on doit attribuer « cette différence à un dérangement de l'orbite de la Comète, « causé par l'attraction de la Terre, & cela, avec d'autant plus « d'assurance que toutes les différences sont dans un sens « qu'auroit exigé l'attraction de la Terre : le nœud étoit reculé, « l'inclinaison diminuée, le Périhélie avancé, & sa distance « augmentée ; néanmoins, comme les observations commen- « çoient à s'éloigner de la théorie, le 19 Août, la Comète « alors étoit trop éloignée de la Terre pour être si considéra- « blement dérangée. Je soupçonne que la différence entre son « orbite vrai elliptique, & la parabole que l'on emploie, « pouvoit aussi contribuer à ce dérangement, & ce soupçon « s'est beaucoup confirmé après que j'ai eu trouvé les élémens 1 «

» & 2 qui me persuadent que ces erreurs sont au moins pour  
 » la plus grande partie , produites par la dernière cause : en  
 » voici les preuves. Si quelque action de la Terre a eu lieu,  
 » cette action a dû avoir tout son effet avant le 2 Août , la  
 » Comète étant le plus près de la Terre ; les 1.<sup>er</sup> & 3 Juillet  
 » (sa distance étoit alors  $\frac{1}{50}$  de celle du Soleil , ou huit fois  
 » plus grande que celle de la Lune ) ; néanmoins , les seconds  
 » élémens s'accordent si bien avec les premiers , qu'on trouve  
 » souvent des élémens paraboliques , calculés sur les mêmes  
 » observations , plus différens entr'eux. Les 1.<sup>er</sup> & 3 Juillet ,  
 » la Terre & la Comète étoient presque en conjonction à l'égard  
 » du Soleil ; ainsi , l'inclinaison & le lieu du nœud auroient été  
 » le plus dérangés : or , ces élémens ne sont presque pas changés.  
 » Le Périhélie & le temps du passage ont un peu varié , mais  
 » dans un autre sens que celui qu'auroit exigé l'attraction de la  
 » Terre. Au reste , les observations dans la seconde époque ont  
 » été faites dans les environs du Périhélie ; & alors , il est toujours  
 » bien difficile de trouver le Périhélie avec précision : les obser-  
 » vations dans cette époque s'accordent aussi le moins avec les  
 » élémens , & je n'ai pu en trouver de meilleures ; je n'en suis  
 » pas étonné , car les observations sont faites vers le sommet ,  
 » où la courbure de l'ellipse diffère le plus de celle de la  
 » parabole. Quand on compare les élémens troisièmes avec les  
 » seconds , on trouve une différence très-sensible , qui n'est  
 » certainement pas produite par la Terre. »

Après avoir rapporté la Lettre de M. Prosperin , je vais  
 placer ici les élémens dont il parle.

Lieu du nœud ascendant.....  $4^{\circ} 16^d 39' 5''$ .

Inclinaison de l'orbite.....  $1. 44. 29$ .

Longitude du périhélie.....  $11. 26. 7. 16$ .

Distance périhélie , celle du Soleil étant 1.  $0,629587$ .

Passage de la Comète au périhél. 9 Août 1770 à  $0^h 19' 17''$ , T. moy.  
 au Méridien de Paris.

Mouvement direct.

OBSERVATIONS

*OBSERVATIONS comparées aux Éléments de M. Pingré,  
par M. Prosperin.*

1770.		LONGITUDE par les É L É M E N S.				DIFFÉRENCE avec les OBSERVATIONS.			LATITUDE par les É L É M E N S.			DIFFÉRENCE avec les OBSERVATIONS.		
M.	J.	S.	D.	M.	S.	D.	M.	S.	D.	M.	S.	D.	M.	S.
Juin.	14	9.	2.	53.	44	0.	6.	0 —	6.	40.	22	0.	0.	2 +
	15	9.	2.	51.	54	0.	0.	5 —	6.	56.	31	0.	0.	44 +
	17	9.	3.	0.	31	0.	0.	33 —	7.	37.	47	0.	1.	4 +
	20	9.	3.	17.	14	0.	1.	2 —	9.	5.	7	0.	0.	31 +
	21	9.	3.	24.	50	0.	1.	33 —	9.	45.	17	0.	0.	41 —
	22	9.	3.	34.	34	0.	0.	51 —	10.	38.	23	0.	0.	42 +
	24	9.	4.	1.	10	0.	1.	12 —	13.	0.	31	0.	0.	36 —
	25	9.	4.	23.	55	0.	2.	13 —	14.	56.	43	0.	2.	47 —
	27	9.	5.	38.	2	0.	3.	8 —	21.	12.	0	0.	3.	13 —
	28	9.	6.	49.	30	0.	3.	32 —	26.	32.	59	0.	3.	26 —
	29	9.	9.	49.	20	0.	6.	35 —	38.	4.	29	0.	6.	57 —
	30	9.	20.	59.	0	0.	34.	32 —	61.	9.	11	1.	4.	48 —
Juillet.	1	1.	29.	42.	49	4.	1.	1 —	70.	57.	19	0.	12.	19 +
	3	2.	26.	28.	3	2.	48.	19 +	25.	24.	33	0.	7.	30 +

*Premiers Éléments de M. Prosperin.*

Lieu du Nœud ascendant..... 4<sup>r</sup> 15<sup>d</sup> 28' 43"

Inclinaison de l'Orbite..... 1. 46. 31.

Lieu du périhélie..... 11. 26. 6. 40.

Distance périhélie..... 0,62955..... log. 9,7990335.

Passage au Périhélie, 9 Août 1770 à 0<sup>h</sup> 3' 46", Temps moyen au Méridien de Paris.

Mouvement direct.

*OBSERVATIONS comparées avec les premiers Éléments,  
par M. Prosperin.*

1770.	TEMPS moyen À PARIS.	LONGIT. par les ÉLÉMENTS.	LONGIT. par les OBSERVAT.	D I F F É R.	LATIT. par les ÉLÉMENTS.	LATIT. par les OBSERV.	DIFFÉRENCE.
M. J.	H. M. S.	S. D. M. S.	S. D. M. S.	D. M. S.	D. M. S.	D. M. S.	D. M. S.
Juin. 14.	11. 29. 48	9. 2. 46. 52	9. 2. 47. 44	0. 0. 52 +	6. 41. 17	6. 40. 24	0. 0. 53 — **
15	11. 23. 22	9. 2. 51. 17	9. 2. 51. 49	0. 0. 32 +	6. 58. 7	6. 57. 15	0. 0. 52 —
17	11. 11. 33	9. 2. 59. 24	9. 2. 59. 58	0. 0. 34 +	7. 38. 39	7. 38. 51	0. 0. 12 +
20	10. 40. 48	9. 3. 15. 31	9. 3. 16. 12	0. 0. 41 +	9. 5. 26	9. 5. 38	0. 0. 12 +
21	10. 47. 45	9. 3. 23. 27	9. 3. 23. 17	0. 0. 10 —	9. 45. 19	9. 44. 36	0. 0. 43 —
22	12. 9. 36	9. 3. 32. 48	9. 3. 33. 43	0. 0. 55 +	10. 38. 1	10. 39. 5	0. 1. 4 +
24	12. 3. 18	9. 3. 59. 7	9. 3. 59. 58	0. 0. 51 +	12. 59. 35	12. 59. 55	0. 0. 20 +
25	13. 27. 55	9. 4. 21. 35	9. 4. 21. 42	0. 0. 7 +	14. 53. 3	14. 53. 56	0. 0. 53 +
27	13. 13. 17	9. 5. 35. 10	9. 5. 34. 54	0. 0. 16 —	21. 8. 24	21. 8. 47	0. 0. 23 +
28	10. 46. 34	9. 6. 46. 57	9. 6. 45. 58	0. 0. 59 —	26. 31. 15	26. 29. 33	0. 1. 42 —
29	11. 59. 26	9. 9. 45. 18	9. 9. 42. 45	0. 2. 33 —	38. 0. 14	37. 57. 32	0. 2. 42 —
30	12. 3. 11	9. 21. 2. 46	9. 20. 24. 28	0. 38. 18 —	61. 22. 44	60. 4. 23	1. 18. 21 — **
Juillet 1	12. 3. 23	2. 0. 2. 57	1. 25. 41. 48	4. 21. 9 —	70. 45. 17	71. 9. 38	0. 24. 21 + **
3	11. 3. 45	2. 26. 34. 41	2. 29. 16. 22	2. 48. 41 +	25. 21. 16	25. 32. 3	0. 10. 47 + **
Août 2	15. 3. 15	3. 6. 32. 43	3. 6. 2. 29	0. 30. 14 —	0. 50. 10	0. 50. 21	0. 0. 11 + *
3	14. 45. 9	3. 6. 58. 52	3. 6. 25. 15	0. 33. 37 —	0. 53. 19	0. 53. 36	0. 0. 17 + *
4	14. 12. 48	3. 7. 25. 13	3. 6. 47. 24	0. 37. 49 —	0. 56. 9	0. 55. 44	0. 0. 25 — *

*Seconds Éléments.*

- Lieu du Nœud ascendant..... 4<sup>e</sup> 15<sup>d</sup> 3' 42".  
 Inclinaison de l'Orbite..... 1. 44. 35.  
 Lieu du Périhélie..... 11. 22. 51. 22.  
 Distance périhélie..... 0,64456..... log. 9,8092652.  
 Passage au Périhélie, 8 Août 1770 à 9<sup>h</sup> 9' 16", Temps moyen au  
 Méridien de Paris.

## OBSERVATIONS comparées avec les seconds Éléments.

1770.	TEMPS moyen à PARIS.	LONGIT. par les ÉLÉMENTS.	LONGIT. par les OBSERVAT.	D I F F É R.	LATIT. par les ÉLÉMENTS.	LATIT. par les OBSERV.	D I F F É R E N C E.
M. J.	H. M. S.	S. D. M. S.	S. D. M. S.	D. M. S.	D. M. S.	D. M. S.	D. M. S.
Juin. 15	11. 23. 22	8. 25. 17. 13	9. 2. 51. 49	7. 34. 36 +	7. 13. 46	6. 57. 15	0. 16. 31 — *
17	11. 11. 33	8. 24. 47. 52	9. 2. 59. 58	8. 12. 6 +	7. 16. 52	7. 38. 51	0. 21. 59 +
20	10. 40. 48	8. 23. 11. 29	9. 3. 16. 12	10. 4. 43 +	9. 26. 36	9. 5. 38	0. 20. 58 — *
Juillet 1	12. 3. 23	5. 6. 32. 37	1. 25. 41. 48	3. 10. 50. 49 —	44. 18. 55	71. 9. 38	26. 50. 43 + *
3	11. 3. 45	3. 24. 48. 46	2. 29. 16. 22	25. 32. 24 —	22. 45. 37	25. 32. 3	2. 46. 26 + *
Août. 2	15. 3. 15	3. 6. 2. 28	3. 6. 29. 29	0. 0. 1 +	0. 50. 21	0. 50. 21	0. 0. 0
3	14. 45. 9	3. 6. 23. 52	3. 6. 25. 15	0. 1. 23 +	0. 53. 36	0. 53. 36	0. 0. 0
4	14. 12. 48	3. 6. 46. 24	3. 6. 47. 24	0. 1. 0 +	0. 56. 33	0. 55. 44	0. 0. 49 —
5	14. 38. 43	3. 7. 11. 11	3. 7. 14. 0	0. 2. 49 +	0. 59. 22	0. 59. 3	0. 0. 19 —
6	14. 29. 42	3. 7. 36. 45	3. 7. 39. 7	0. 2. 22 +	1. 2. 25	1. 1. 1	0. 1. 24 —
7	14. 49. 19	3. 8. 4. 3	3. 8. 6. 55	0. 2. 52 +	1. 4. 11	1. 3. 43	0. 0. 28 —
8	14. 20. 13	3. 8. 31. 46	3. 8. 33. 29	0. 1. 43 +	1. 6. 14	1. 6. 36	0. 0. 22 +
9	14. 48. 10	3. 9. 1. 22	3. 9. 4. 30	0. 3. 8 +	1. 8. 10	1. 9. 33	0. 1. 23 +
10	14. 14. 27	3. 9. 30. 53	3. 9. 32. 36	0. 1. 43 +	1. 10. 0	1. 9. 13	0. 0. 47 —
11	14. 23. 23	3. 10. 2. 7	3. 10. 3. 2	0. 0. 55 +	1. 11. 25	1. 10. 51	0. 0. 34 —
12	14. 46. 25	3. 10. 34. 32	3. 10. 34. 48	0. 0. 16 +	1. 12. 51	1. 12. 52	0. 0. 1 +
14	14. 37. 29	3. 11. 40. 25	3. 11. 40. 25	0. 0. 0 +	1. 15. 15	1. 15. 25	0. 0. 10 +
15	15. 43. 33	3. 12. 16. 15	3. 12. 14. 56	0. 1. 19 —	1. 16. 18	1. 16. 43	0. 0. 25 +
18	14. 24. 32	3. 14. 0. 2	3. 13. 59. 24	0. 8. 38 —	1. 18. 41	1. 18. 35	0. 0. 6 —
19	14. 33. 18	3. 14. 36. 14	3. 14. 35. 52	0. 0. 22 —	1. 19. 18	1. 19. 18	0. 0. 0 —
26	15. 39. 38	3. 18. 51. 20	3. 19. 3. 47	0. 12. 27 +	1. 21. 52	1. 20. 43	0. 1. 9 — *
28	14. 44. 8	3. 20. 2. 50	3. 20. 19. 39	0. 16. 49 +	1. 22. 12	1. 20. 55	0. 1. 17 — *
30	14. 48. 22	3. 21. 13. 15	3. 21. 39. 12	0. 25. 57 +	1. 22. 21	1. 20. 57	0. 1. 24 — *

## Troisièmes Éléments.

Lieu du Nœud ascendant. . . . . 4<sup>h</sup> 14<sup>m</sup> 30<sup>s</sup> 0<sup>o</sup>.

Inclinaison de l'Orbite. . . . . 1. 23. 0.

Lieu du Périhélie. . . . . 0. 7. 13. 46.

Distance périhélie. . . . . 0,71717. . . . . log. 9,8556243.

Passage au Périhélie, 25 Août 1770 à 2<sup>h</sup> 8<sup>m</sup> 53<sup>s</sup>, Temps moyen au Méridien de Paris.

## OBSERVATIONS comparées aux troisièmes Éléments.

1770.	TEMPS moyen À PARIS.		LONGIT. par les ÉLÉMENTS.		LONGIT. par les OBSERVAT.		DIFFÉR.		LATIT. par les ÉLÉMENTS.		LATIT. par les OBSERV.		DIFFÉRENCE.	
M. J.	H. M. S.	S. D. M. S.	S. D. M. S.	S. D. M. S.	D. M. S.	D. M. S.	D. M. S.	D. M. S.	D. M. S.	D. M. S.	D. M. S.	D. M. S.	D. M. S.	
Août	10	14. 14. 27	3. 8. 12. 9	3. 9. 32. 26	1. 20. 27 +	1. 4. 52	1. 9. 13	0. 4. 21 + *						
	11	14. 23. 23	3. 8. 58. 30	3. 10. 3. 2	1. 4. 32 +	1. 7. 4	1. 10. 51	0. 3. 47 + *						
	12	14. 46. 25	3. 9. 43. 20	3. 10. 34. 48	0. 51. 28 +	1. 9. 5	1. 12. 52	0. 3. 47 + *						
	14	14. 37. 29	3. 11. 8. 53	3. 11. 40. 25	0. 31. 32 +	1. 12. 24	1. 15. 25	0. 3. 1 + *						
	15	15. 43. 33	3. 11. 52. 30	3. 12. 14. 56	0. 22. 26 +	1. 13. 50	1. 16. 43	0. 2. 53 + *						
	18	14. 24. 32	3. 13. 51. 48	3. 13. 59. 10	0. 7. 22 +	1. 17. 3	1. 18. 35	0. 1. 32 + *						
	19	14. 33. 18	3. 14. 31. 35	3. 14. 35. 52	0. 4. 17 +	1. 17. 49	1. 19. 18	0. 1. 29 + *						
	26	15. 39. 38	3. 19. 5. 17	3. 19. 3. 47	0. 1. 30 -	1. 20. 45	1. 20. 43	0. 0. 2 -						
	28	14. 44. 8	3. 20. 22. 1	3. 20. 19. 39	0. 2. 22 -	1. 20. 54	1. 20. 55	0. 0. 1 +						
	29	15. 21. 53	3. 21. 1. 31	3. 21. 0. 3	0. 1. 28 -	1. 20. 51	1. 20. 5	0. 0. 46 -						
	30	14. 48. 22	3. 21. 39. 18	3. 21. 39. 12	0. 0. 6 -	1. 20. 49	1. 20. 56	0. 0. 8 +						
	31	14. 38. 25	3. 22. 17. 17	3. 22. 17. 16	0. 0. 1 -	1. 20. 41	1. 20. 23	0. 0. 18 -						
Sept.	4	15. 5. 20	3. 24. 53. 2	3. 24. 52. 41	0. 0. 21 -	1. 19. 52	1. 19. 23	0. 0. 29 -						
	5	14. 48. 37	3. 25. 30. 37	3. 25. 31. 7	0. 0. 30 +	1. 19. 35	1. 19. 41	0. 0. 6 +						
	8	15. 57. 4	3. 27. 26. 21	3. 27. 26. 32	0. 0. 11 +	1. 18. 33	1. 18. 23	0. 0. 10 -						
	9	15. 6. 30	3. 28. 2. 31	3. 28. 3. 19	0. 0. 48 +	1. 18. 10	1. 18. 22	0. 0. 12 +						
	10	16. 26. 23	3. 28. 42. 0	3. 28. 40. 26	0. 1. 34 -	1. 17. 46	1. 19. 4	0. 1. 18 +						
	14	14. 16. 26	4. 1. 4. 45	4. 1. 4. 36	0. 0. 9 -	1. 16. 6	1. 16. 18	0. 0. 12 +						
	17	15. 53. 3	4. 2. 53. 8	4. 2. 52. 40	0. 0. 28 -	1. 14. 44	1. 14. 52	0. 0. 8 +						
	18	15. 30. 16	4. 3. 27. 0	4. 3. 26. 57	0. 0. 3 -	1. 14. 17	1. 14. 58	0. 0. 41 +						
	19	15. 19. 4	4. 4. 0. 49	4. 4. 0. 32	0. 0. 17 -	1. 13. 48	1. 13. 2	0. 0. 46 -						
	20	15. 33. 45	4. 4. 34. 47	4. 4. 34. 17	0. 0. 30 -	1. 13. 20	1. 12. 35	0. 0. 45 -						
Octob.	29	15. 23. 51	4. 9. 15. 18	4. 9. 14. 54	0. 0. 24 -	1. 9. 10	1. 10. 16	0. 1. 6 +						
	1	15. 23. 22	4. 10. 12. 5	4. 10. 12. 6	0. 0. 1 +	1. 8. 16	1. 9. 51	0. 1. 35 +						
	2	15. 43. 37	4. 10. 40. 10	4. 10. 40. 51	0. 0. 41 +	1. 7. 49	1. 10. 4	0. 2. 15 +						

Les observations des trois Tables précédentes où l'on voit deux astérisques \*\*, sont celles qui furent faites seulement par estime ; celles où il n'y en a qu'un , sont d'une autre époque que les Éléments auxquels les Tables appartiennent, comme M. Prosperin en a averti dans sa Lettre.



*EXTRAIT d'une Lettre de M. Widder, Professeur en Philosophie dans l'Université de Groningue, écrite le 18 Avril 1772.*

« La Comète de 1770, m'a donné beaucoup de peine; après avoir cherché les longitudes & les latitudes correspondantes à vos observations, j'ai cherché soigneusement fix ou sept orbites, par diverses observations, en employant aussi le temps de l'opposition: j'ai trouvé une différence remarquable, tant dans la position du nœud & l'inclinaison du plan de l'orbite, que dans les lieux géocentriques trouvés & déterminés par l'observation. En trouvant une orbite qui s'accorde un peu avec quelques longitudes & latitudes avant le temps du passage par le périhélie, celles qui suivoient, après cet instant, différoient trop pour que j'ose vous les communiquer; il pourroit bien arriver que la route de cette Comète se soit changée depuis le 29 Juin, à cause de sa proximité à la Terre. Je vous envoie les élémens que j'ai trouvés par les observations des 25 & 29 Juin, 14 & 19 Septembre.»

*Éléments de l'orbite de la Comète de 1770.*

Lieu du nœud ascendant.....	4 <sup>h</sup> 12 <sup>d</sup> 56'
Inclinaison de l'orbite.....	1. 46.
Lieu du Périhélie.....	11. 29. 45.
Distance périhélie.....	0,64946 Log..... 9,8125506.
Passage au Périhélie, le 12 Août 1770 à 20 <sup>h</sup> 50', temps moyen au Méridien de Paris.	
Sens du mouvement direct.	

Je rapporterai aussi l'extrait des Recherches que M. Lexell, de l'Académie impériale de Russie, m'a envoyé dans sa Lettre du  $\frac{2}{13}$  Novembre 1778, sur le retour de la Comète de 1770. M. Lexell trouve, par ses calculs, la révolution périodique de cette Comète, de cinq ans & demi seulement, d'après les observations que je lui avois communiquées, & qui se trouvent rapportées dans ma première Table; c'est la

première observation de chaque jour, excepté celle du 22 Juin, à  $12^h 8' 6''$ ; & celle du 29, à  $11^h 56' 27''$  de temps vrai. Ce qui doit paroître bien extraordinaire, c'est que cette Comète n'a été observée qu'une fois : c'est une objection bien forte à opposer aux recherches de M. Lexell. Quoi qu'il en soit, son Mémoire est appuyé d'un raisonnement qui paroît fondé, & en assurer le retour en 1781 : Le Mémoire qu'il m'a envoyé est en latin, en voici la traduction, que M. Lexell a désiré qu'on rendit publique (e).

*RECHERCHES sur la Période de la Comète, observée  
en 1770, d'après les observations de M. Messier,  
par M. Lexell.*

« Les Astronomes ne s'étant pas beaucoup occupés, jusqu'à  
» présent, à découvrir les temps périodiques des Comètes,  
» parce que ces Astres ne parcourent qu'une si petite partie de  
» leurs orbites, pendant le court espace de temps qu'ils sont  
» visibles aux habitans de la Terre, qu'à peine on en peut  
» conclure quelque chose de certain à l'égard de l'excentricité  
» de ces orbites, il a paru étonnant que j'aie cru pouvoir  
» déduire le temps périodique de la Comète de 1770, sur  
» les observations qui en ont été faites à Paris, par M. Messier;  
» en effet, il a dû paroître extraordinaire & peu vraisemblable  
» que je l'aie réduit à un espace de temps si court, qu'à peine  
» il surpasse cinq ans & demi : de manière, que cette Comète  
» doit parcourir toute son orbite autour du Soleil, en moins  
» de temps que Jupiter & Saturne.  
» Je n'ai pas dessein de rapporter ici le détail de tous les  
» calculs par lesquels j'ai été amené à ce résultat, cela seroit  
» trop long & inutile ; il me suffira pour établir l'hypothèse  
» de ce temps périodique, de proposer un raisonnement si

---

(e) M. de la Lande a déjà rendu compte en partie, des recherches de M. Lexell, sur le retour de cette Comète, dans le Journal des Savans, de Janvier 1778.

convaincant , à mon avis , qu'il me semble avoir la force «  
 d'une démonstration géométrique : la force de ce raisonne- «  
 ment consiste en ce que , si l'on suppose des élémens qui «  
 répondent à une période de cinq ans & demi , ils se trouve- «  
 ront très-conformes aux observations que l'on a faites de «  
 cette Comète ; & que si au contraire , on supposoit un temps «  
 périodique plus long , il en naîtroit , dans les observations , «  
 des erreurs très-grandes & peu vraisemblables. »

Les élémens que j'ai supposés pour le mouvement de cette «  
 Comète , sont les suivans. »

La longitude du ☿ . . . . .	4 <sup>r</sup> 12 <sup>d</sup> 0' 0".	«
L'inclinaison de l'orbite à l'Écliptique . . . . .	1. 33. 40.	«
L'élongation du ☿ du Périhélie . . . . .	44. 17. 3.	«
Et par conséquent la longitude du Périhélie . . . . .	11. 26. 16. 26.	«
Le temps du passage au Périhélie en 1770 , le 13 Août à 13 <sup>h</sup> 5'		«
ou environ , ou 13,5450.		«
La distance périhélie de la Comète . . . . .	0,6743815,	«
dont le logarithme . . . . .	= 9,8289057.	«
Le demi-axe de l'orbite de la Comète . . . . .	3,1478606,	«
dont le logarithme . . . . .	= 0,4980155.	«
Par conséquent le logarithme du demi-paramètre . . . . .	0,0807300,	«
Et le logarithme de l'excentricité . . . . .	= 9,8952927;	«
D'où suit un temps périodique de 5,585 années.		«

En employant ces élémens , on aura les comparaisons «  
 suivantes des lieux de cette Comète , déduits par la théorie , «  
 avec ceux que l'on a observés. »

Dans la Table suivante , M. Lexell regarde comme douteuses les obser-  
 vations où il y a des astérisques. Les trois déterminations de cette Table ,  
 des 30 Juin , 1.<sup>er</sup> & 3 Juillet , doivent être rejetées de la liste des obser-  
 vations , le lieu de la Comète n'ayant été qu'estimé à l'œil , & conclu par  
 des alignemens d'Étoiles que la Comète formoit avec elle.

1770.	TEMPS moyen à PARIS.			LONGIT. par les OBSERVAT.			LONGIT. par les ÉLÉMENTS.			DIFFÉR.	LATIT. par les OBSERV. Boréale.			LATIT. par les ÉLÉMENTS. Boréale.			DIFFÉRENCE.	
	M.	J.	H. M. S.	S. D. M. S.	S. D. M. S.	S. D. M. S.	M. S.	D. M. S.	D. M. S.		M. S.	D. M. S.	M. S.					
Juin.	14	11.	29. 48	9. 2. 47. 44	9. 2. 48. 1	+ 0. 17	6. 40. 24	6. 40. 54	+ 0. 30									
	15	11.	23. 22	9. 2. 51. 49	9. 2. 51. 54	+ 0. 5	6. 57. 15	6. 57. 51	+ 0. 36									
	17	11.	11. 33	9. 2. 59. 58	9. 3. 0. 52	+ 0. 54	7. 38. 51	7. 38. 37	- 0. 14									
	20	10.	40. 48	9. 3. 16. 12	9. 3. 17. 2	+ 0. 50	9. 5. 38	9. 5. 29	- 0. 9									
	21	10.	27. 45	9. 3. 23. 17	9. 3. 24. 26	+ 1. 9	9. 44. 36	9. 45. 27	+ 0. 51									
	22	12.	9. 36	9. 3. 33. 43	9. 3. 34. 9	+ 0. 26	10. 39. 5	10. 39. 54	+ 0. 49									
	24	12.	3. 18	9. 3. 59. 58	9. 3. 59. 51	- 0. 7	12. 59. 55	12. 59. 52	- 0. 3									
	25	13.	27. 55	9. 4. 21. 42	9. 4. 21. 21	- 0. 21	14. 53. 56	14. 54. 37	+ 0. 41									
	27	13.	13. 17	9. 5. 34. 54	9. 5. 36. 6	+ 1. 12	21. 8. 47	21. 8. 38	- 0. 9									
	28	10.	46. 34	9. 6. 45. 58	9. 6. 43. 58	- 2. 0	26. 29. 33	26. 30. 39	+ 1. 6									
29	11.	59. 26	9. 9. 42. 45	9. 9. 42. 30	- 0. 15	37. 57. 32	38. 0. 37	+ 3. 5										
Août	2	15.	3. 15	3. 6. 2. 32	3. 6. 2. 4	- 0. 28	0. 50. 7	0. 49. 59	- 0. 8									
	3	14.	45. 9	3. 6. 25. 15	3. 6. 24. 32	- 0. 43	0. 53. 36	0. 52. 46	- 0. 50									
	4	14.	12. 48	3. 6. 47. 24	3. 6. 47. 46	+ 0. 18	0. 55. 44	0. 56. 4	+ 0. 20									
	5	14.	38. 43	3. 7. 13. 51	3. 7. 13. 3	- 0. 48	0. 59. 17	0. 58. 50	- 0. 27									
	6	14.	29. 42	3. 7. 39. 25	3. 7. 38. 45	- 0. 40	1. 1. 18	1. 1. 16	- 0. 2									
	7	14.	49. 19	3. 8. 6. 40	3. 8. 5. 59	- 0. 41	1. 3. 35	1. 3. 34	- 0. 1									
	8	14.	20. 13	3. 8. 33. 29	3. 8. 33. 17	- 0. 12	1. 6. 36	1. 6. 35	- 0. 1									
	9	14.	48. 10	3. 9. 4. 30	3. 9. 2. 40	- 1. 50	1. 9. 33	1. 7. 29	- 2. 4									
	10	14.	14. 27	3. 9. 32. 36	3. 9. 31. 44	- 0. 52	1. 9. 13	1. 9. 9	- 0. 4									
	11	14.	23. 23	3. 10. 3. 2	3. 10. 2. 37	- 0. 25	1. 10. 51	1. 10. 40	- 0. 11									
	12	14.	46. 25	3. 10. 34. 48	3. 10. 34. 43	- 0. 5	1. 12. 52	1. 12. 4	- 0. 48									
	14	14.	37. 29	3. 11. 40. 25	3. 11. 40. 4	- 0. 21	1. 15. 25	1. 14. 25	- 0. 10									
	15	15.	43. 33	3. 12. 14. 56	3. 12. 15. 37	+ 0. 41	1. 16. 43	1. 15. 26	- 1. 17									
	18	14.	24. 32	3. 13. 59. 24	3. 13. 59. 37	+ 0. 13	1. 18. 35	1. 17. 39	- 0. 56									
	19	14.	33. 18	3. 14. 36. 3	3. 14. 36. 16	+ 0. 13	1. 19. 18	1. 18. 37	- 0. 41									
26	15.	39. 38	3. 19. 3. 44	3. 19. 3. 59	+ 0. 15	1. 20. 45	1. 20. 5	- 0. 40										
28	14.	44. 8	3. 20. 19. 42	3. 20. 20. 27	+ 0. 45	1. 20. 55	1. 20. 5	- 0. 50										
29	15.	21. 53	3. 21. 0. 3	3. 21. 0. 31	+ 0. 28	1. 20. 5	1. 20. 3	- 0. 2										
30	14.	48. 22	3. 21. 39. 12	3. 21. 38. 44	- 0. 28	1. 20. 56	1. 19. 58	- 0. 58										
31	14.	38. 25	3. 22. 17. 16	3. 22. 17. 49	+ 0. 33	1. 20. 23	1. 19. 50	- 0. 33										
Sept.	4	15.	5. 20	3. 24. 52. 41	3. 24. 53. 46	+ 1. 5	1. 19. 23	1. 19. 2	- 0. 21									
	5	14.	48. 37	3. 25. 31. 7	3. 25. 31. 44	+ 0. 37	1. 19. 45	1. 18. 47	- 0. 58									
	8	15.	57. 4	3. 27. 26. 32	3. 27. 27. 41	+ 1. 9	1. 18. 23	1. 17. 51	- 0. 32									
	9	15.	6. 30	3. 28. 3. 19	3. 28. 3. 52	+ 0. 33	1. 18. 22	1. 17. 33	- 0. 49									
	10	16.	26. 23	3. 28. 40. 26	3. 28. 43. 15	+ 2. 49	1. 19. 4	1. 17. 12	- 1. 52									
	14	14.	16. 26	4. 1. 4. 36	4. 1. 5. 35	+ 0. 59	1. 16. 18	1. 15. 46	- 0. 32									
	17	15.	53. 3	4. 2. 52. 40	4. 2. 53. 13	+ 0. 33	1. 14. 52	1. 14. 35	- 0. 17									
	18	15.	30. 16	4. 3. 26. 57	4. 3. 27. 6	+ 0. 9	1. 14. 58	1. 14. 12	- 0. 46									
	19	15.	19. 4	4. 4. 0. 32	4. 4. 0. 37	+ 0. 5	1. 13. 2	1. 13. 48	+ 0. 46									
	20	15.	33. 45	4. 4. 34. 17	4. 4. 34. 27	+ 0. 10	1. 12. 35	1. 13. 35	+ 1. 0									
Octob.	29	15.	23. 51	4. 9. 14. 54	4. 9. 15. 53	+ 0. 59	1. 10. 16	1. 9. 42	- 0. 34									
	1	15.	23. 22	4. 10. 12. 6	4. 10. 13. 31	+ 1. 25	1. 9. 51	1. 8. 54	- 0. 57									
		16.	33. 28	4. 10. 13. 54	4. 10. 14. 55	+ 1. 1	1. 10. 4	1. 8. 53	- 1. 11									
	2	15.	43. 37	4. 10. 40. 51	4. 10. 41. 59	+ 1. 9	1. 10. 4	1. 8. 29	- 1. 35									
		16.	38. 50	4. 10. 41. 52	4. 10. 43. 5	+ 1. 13	1. 10. 10	1. 8. 29	- 1. 41									
Juin.	30	12.	3. 11	9. 20. 24. 28	9. 21. 1. 45	+ 0 <sup>d</sup> 37' 17"	60. 4. 23	61. 22. 26	+ 1 <sup>d</sup> 18' 3"									
Juillet.	1	12.	3. 2	1. 25. 41. 48	1. 29. 59. 15	+ 4. 17. 27	71. 7. 38	70. 48. 44	- 0. 18. 54									
	3	11.	3. 45	2. 29. 16. 22	2. 27. 40. 38	- 1. 35. 44	25. 32. 3	25. 18. 50	- 0. 13. 13									

Cet accord de la théorie avec les observations est tel, comme on le voit, qu'à peine peut-on le desirer plus parfait : car pour ce qui regarde les longitudes, la différence ne passe jamais deux minutes; excepté celle qui se trouve entre le calcul & l'observation du 10 Septembre : aussi cette observation doit-elle être regardée comme un peu douteuse, comme on le voit en la comparant avec les autres. Et pour ce qui regarde les latitudes, quoique les différences soient pour la plupart négatives, elles ne sont cependant pas si grandes qu'elles passent les bornes de la vraisemblance : car celle de l'observation du 29 Juin qui est de trois minutes, peut aisément s'expliquer au moyen de la parallaxe de la Comète qui étoit alors très-grande. Au reste, on conçoit aisément que les élémens supposés pour satisfaire aux observations, ne sont déterminés que de manière à être susceptibles de quelque augmentation ou diminution.

Ainsi, si l'on suppose une période de cinq ou six ans, le logarithme du demi-paramètre de l'orbite  $= 0,0808000$ ; le logarithme de la distance périhélie  $= 9,8288794$ ; le temps du périhélie  $= 13,5400$  d'Août; la longitude du  $\Omega = 4^h 12^d 9'$ ; l'inclinaison de l'orbite  $= 1^d 33' 40''$ ; l'élongation du  $\vartheta = 44^d 7' 59''$  : les lieux de la Comète seront d'après le calcul,

1770.	LONGITUDE.				LATITUDE Boréale.		
	S.	D.	M.	S.	D.	M.	S.
Juin... 15	9.	2.	52.	12	6.	58.	37
29	9.	9.	42.	59	38.	0.	54
Août.. 2	3.	6.	2.	7			
29	3.	21.	0.	33			
Octob. 14	4.	10.	13.	20			

lesquels s'accordent aussi-bien, ou même mieux avec les lieux observés, que ceux que j'ai donnés plus haut.

*Mém. 1776.*

M m m m

Examinons maintenant si un temps périodique un peu plus long, pourroit servir à trouver des Éléments qui s'accordent avec les observations. Supposons donc, premièrement, que toutes les observations faites, appartiennent à la même orbite de la Comète, ou ce qui est la même chose, que la Comète en s'approchant de la Terre n'a pas été détournée de son cours par l'action de la Terre; ensuite nous verrons ce qu'il faudra dire dans la supposition que l'action de la Terre auroit eu quelque influence sur son mouvement; ayant donc supposé une période de six ans, & une certaine valeur pour le demi-paramètre de l'orbite, j'ai recherché les autres éléments pour voir s'ils satisfaisoient aux observations du 15 & du 29 Juin; car il est clair que si l'on suppose deux Éléments connus, comme le temps périodique & le paramètre de l'orbite, on peut trouver tout ce qui regarde le mouvement d'une Comète par le moyen de deux observations. Supposant donc un temps périodique de six ans, & le logarithme du demi-paramètre  $= 0,0817000$ ; les autres Éléments seront: le logarithme de la distance périhélie  $= 9,8273218$ ; le temps du périhélie 13,2850 d'Août; la longitude du  $\Omega = 4^{\text{h}} 12^{\text{d}} 6'$ ; l'inclinaison de l'orbite  $= 1^{\text{d}} 34' 30''$ ; l'élongation du périhélie du  $\varpi = 41^{\text{d}} 9' 56''$ , & par conséquent les lieux de la Comète selon le calcul, seront

1770.	LONGITUDE.				LATITUDE Boréale.		
	S.	D.	M.	S.	D.	M.	S.
Juin... 15	9.	2.	51.	52	6.	58.	6
29	9.	9.	43.	6	38.	0.	27
Août.. 2	3.	6.	3.	18	0.	50.	15A.
29	3.	21.	5.	42	1.	20.	6
Octob. 1	4.	10.	11.	54	1.	7.	10

Supposant encore un temps périodique de six ans, & le logarithme du demi-paramètre  $= 0,0818500$ ; le temps du

périhélie sera 13,2900 d'Août; la longitude du  $\Omega = 4^{\text{h}} 12^{\text{d}} 28'$ ; l'inclinaison de l'orbite  $= 1^{\text{d}} 34' 2''$ ; l'élongation du périhélie du  $\varpi = 43^{\text{d}} 47' 28''$ , & alors l'on aura pour la longitude de la Comète.

1770.	LONGITUDE.				LATITUDE Boréale.		
	S.	D.	M.	S.	D.	M.	S.
Juin... 15	9.	2.	51.	25	6.	58.	6
29	9.	9.	42.	42	38.	0.	24
Août.. 2	3.	6.	2.	47	0.	49.	3A.
29	3.	21.	4.	56	1.	19.	36
Octob. 1	4.	10.	10.	59	1.	9.	1

Dans cette dernière supposition, on satisfait mieux que par la première aux observations du 2 & du 29 Août à l'égard de la longitude de la Comète; mais aussi l'observation du 1.<sup>er</sup> Octobre en devient plus fautive à l'égard de cette longitude: & à l'égard de la latitude, les erreurs deviennent aussi un peu plus grandes; d'où l'on peut conclure que quelque supposition que l'on fasse pour le demi-paramètre de l'orbite dans l'hypothèse d'une période de six ans, & qu'il faille satisfaire aux observations des 15 & 29 Juin, il se trouvera des observations dans lesquelles il y aura des erreurs de 2 minutes, tantôt négatives & tantôt positives.

Que si l'on suppose un temps périodique de sept ans, & le logarithme du demi-paramètre  $= 0,0837000$ ; le temps du périhélie sera  $= 12,7950$  d'Août; la longitude du  $\Omega = 4^{\text{h}} 12^{\text{d}} 49'$ ; l'inclinaison de l'orbite  $= 1^{\text{d}} 35' 30''$ ; l'élongation du périhélie du  $\varpi = 43^{\text{d}} 26' 10''$ , & l'on aura

1770.	LONGITUDE.				LATITUDE Boréale.		
	S.	D.	M.	S.	D.	M.	S.
Juin... 15	9.	2.	52.	1	6.	58.	16
29	9.	9.	42.	50	38.	0.	20
Août.. 2	3.	6.	6.	19	0.	49.	3A.
29	3.	21.	16.	18	1.	19.	31
Octob. 1	4.	10.	9.	22	1.	9.	17

Supposant ensuite une période de sept ans, & le logarithme du demi-paramètre = 0,0840000 ; le temps du périhélie fera = 12,8050 d'Août; la longitude du  $\Omega$  =  $4^{\circ} 13^d 58'$ ; l'inclinaison de l'orbite =  $1^d 33' 50''$ ; & l'élongation du périhélie au  $\vartheta$  fera =  $42^d 14' 41''$ , & l'on aura

1770.	LONGITUDE.				LATITUDE Boréale.		
	S.	D.	M.	S.	D.	M.	S.
Juin... 15	9.	2.	51.	54	6.	58.	30
29	9.	9.	42.	38	38.	0.	30
Août.. 2	3.	6.	5.	59	0.	45.	25A.
29	3.	21.	13.	54	1.	17.	57
Octob. 1	4.	10.	6.	2	1.	9.	13

En faisant cette dernière supposition, les erreurs, quant à la longitude, deviennent un peu moindres dans les observations du 2 & du 29 Août; mais aussi elles en deviennent d'autant plus considérables quant à la latitude, & alors l'observation du 1.<sup>er</sup> Octobre en devient plus fautive. Il est donc certain qu'on ne peut en aucune manière satisfaire à toutes les observations de la Comète de 1770, en lui supposant une période de sept ans; & même que l'hypothèse de cette période introduit dans quelques-unes des observations, des erreurs si considérables qu'elles n'ont point de vraisemblance.



Il faut maintenant rechercher, si on pourroit satisfaire aux observations faites depuis le 2 Août jusqu'au 2 Octobre, par une période un peu plus grande; il est évident que dans ce cas on ne peut fixer ce temps périodique qui doit s'accorder avec les observations de la seconde apparition, que d'une manière un peu plus étendue, au moyen de laquelle il puisse souffrir quelqu'augmentation ou diminution. Que s'il le falloit fixer de manière à satisfaire à toutes les observations, parce que l'arc décrit autour du Soleil par la Comète depuis le 2 Août jusqu'au 2 Octobre, est bien plus petit que celui qu'elle a décrit depuis le 15 Juin jusqu'au 2 Octobre; si donc on suppose une période de six ans, on trouvera aisément des Éléments qui s'accordent, du moins sans différences considérables, avec les observations faites depuis le 2 Août jusqu'au 2 Octobre. Examinons donc ce qui doit arriver dans la supposition d'une période de sept ans; ayant reconnu que je satisferois toujours facilement aux observations, pour ce qui regarde les latitudes, si une fois j'avois trouvé des longitudes telles que les observations les demandent, je me suis attaché à satisfaire à trois longitudes observées, & ensuite j'ai recherché quelle erreur pouvoit suivre de-là pour une quatrième observation. Les quatre observations dont je me suis constamment servi, sont celles des 2, 12 & 19 Août, & du 1.<sup>er</sup> Octobre: j'ai d'abord cherché les Éléments qui devoient convenir aux observations des 2 & 29 Août & du 1.<sup>er</sup> Octobre qui se sont trouvés tels; logarithme du demi-paramètre = 0,0925000; le temps du périhélie = 15,6280 d'Août; l'élongation du périhélie du ☿ = 46<sup>d</sup> 14' 6"; & la longitude du ☿ supposée = 4<sup>f</sup> 12<sup>d</sup> 0'; & les lieux de la Comète se sont trouvés comme il suit.

1770.		LONGITUDE.			
		S.	D.	M.	S.
Août.....	2	3.	6.	2.	27
	12	3.	10.	41.	45
	29	3.	21.	0.	20
Octobre.	1	4.	10.	12.	29

Où l'on voit une erreur de 7 minutes dans l'observation du 12 Août; ensuite j'ai trouvé par d'autres calculs, que si dans l'hypothèse d'une période de sept ans, on satisfait aux observations du 2 Août & du 1.<sup>er</sup> Octobre, quelqu'erreur que l'on suppose dans celle du 29 Août, celle de l'observation du 12 Août ne peut jamais être moindre que de 7 minutes; d'où l'on peut conclure, que plus longue sera la période que l'on supposera, moins les observations des 2 & 12 Août & du 1.<sup>er</sup> Octobre s'accorderont entr'elles. J'ai continué de chercher à satisfaire aux observations des 12 & 29 Août, & du 1.<sup>er</sup> Octobre. En quoi j'ai réussi, au moyen des Éléments suivans; logarithme du demi-paramètre = 0,0915000; le temps du périhélie = 15,1340 d'Août; élongation du périhélie du ☿ =  $45^{\text{d}} 59' 24''$ ; en employant toujours la même longitude du ☿ que ci-dessus, & j'ai trouvé pour la longitude de la Comète.

1770.		LONGITUDE.			
		S.	D.	M.	S.
Août.....	2	3.	5.	49.	1
	12	3.	10.	34.	41
	29	3.	21.	0.	20
Octobre.	1	4.	10.	12.	6

Où l'observation du 2 Août devient fautive de 13 minutes; ce qui est la moindre erreur que l'on puisse remarquer dans cette observation, dans l'hypothèse qu'il faille satisfaire aux observations du 12 Août & du 1.<sup>er</sup> Octobre par une période de sept ans; enfin si dans cette hypothèse de sept ans, on satisfait aux observations du 12 & du 29 Août, comme il arrivera si on suppose le logarithme du demi-paramètre = 0,0837000; le temps du périhélie = 12,1500 d'Août; l'élongation du périhélie du ☿ =  $43^{\text{d}} 16' 33''$ ; & la longitude du ☿ comme ci-dessus, alors il se trouvera dans l'observation du 1.<sup>er</sup> Octobre une erreur de 35 minutes.

Le but de toutes ces recherches est de persuader qu'on ne peut parfaitement satisfaire aux observations faites depuis le 2 Août jusqu'au 2 Octobre, dans la supposition d'une période de sept ans, mais qu'il y en aura toujours dans lesquelles il y aura des erreurs au moins de sept minutes, ce qui ne doit point paroître vraisemblable.

Quoiqu'on puisse légitimement conclure de-là, que les erreurs des observations seront augmentées à mesure qu'on augmentera le temps périodique supposé; cependant, j'ai voulu m'en assurer, moi-même, par le calcul. Supposant donc une période de huit ans, le logarithme du demi-paramètre  $= 0,1000000$ ; le temps du périhélie  $= 17,2300$  d'Août; elongation du périhélie du  $\varpi = 47^d 32' 4''$ ; la longitude du  $\varpi$  comme ci-dessus: j'ai trouvé les longitudes suivantes pour cette Comète.

1770.		LONGITUDE.			
		S.	D.	M.	S.
Août....	2	3.	6.	2.	44
	12	3.	10.	47.	42
	15	3.	12.	26.	33
	29	3.	21.	0.	53
Octobre.	1	4.	10.	12.	6

Où il se trouve une erreur de 13 minutes dans l'observation du 12 Août; or, on conçoit aisément, sans que je le dise, que dans la supposition d'une période de sept ans, quels que soient les élémens que l'on emploira parmi ceux qui doivent satisfaire aux observations de la seconde apparition, il s'ensuivra des erreurs très-grandes pour les observations de la première.

Je n'ai pas cru nécessaire de chercher si la longueur du temps que j'ai assigné pour la période de cette Comète, seroit susceptible de quelque diminution sensible, parce que

personne, sans doute, ne le croira vraisemblable; mais de ce que j'ai dit jusqu'ici, il est facile de conclure, que pour satisfaire à toutes les observations, on ne peut supposer une période plus courte que celle que j'ai supposée, que d'une demi-année; & que pour satisfaire seulement aux observations de la seconde apparition, cette période doit être renfermée entre les limites de cinq & de six ans, sans craindre de s'éloigner d'une manière sensible de ces observations; je vois cependant que ces limites ne peuvent être reculées ni en-deçà de quatre ans & demi, ni avancées au-delà de six ans & demi, & même il me paroît très-vraisemblable que les limites de ce temps périodique doivent être resserrées entre cinq & six ans.

Plus le raisonnement que je fais pour établir cette période de la Comète de 1770, a de certitude, plus il doit paroître étonnant qu'on ne l'ait encore observée qu'une seule fois; car si cette Comète retourne à son périhélie au bout de chaque cinq ans & sept mois, il semble qu'elle a dû nous être visible plus souvent, & qu'on l'auroit remarquée surtout dans ce siècle où l'on s'applique avec plus d'assiduité à étudier le Ciel. On pourroit hasarder plusieurs conjectures pour rendre raison d'un événement si singulier, mais je me contenterai d'en proposer une qui paroît très-probable. Comme la distance aphélie de la Comète au Soleil est presque égale à la distance de Jupiter à cet astre, il naît de-là un soupçon qu'il a pu se faire que le mouvement de cette Comète fut autrefois dérangé par l'action de Jupiter, de manière qu'elle ait décrit une orbite toute différente de celle qu'elle parcourt actuellement: on trouve par le calcul, que cette Comète a été en conjonction avec Jupiter, le 27 Mai 1767, & que la distance de l'une à l'autre n'étoit que  $\frac{1}{580}$  de la distance de la Comète au Soleil, d'où ayant égard aux masses de Jupiter & du Soleil, on conclut que l'action de Jupiter sur la Comète étoit trois fois plus grande que celle du Soleil, & que par conséquent elle a été assez forte pour changer le mouvement de cette Comète d'une manière d'autant

d'autant plus sensible, que n'ayant dans son aphélie qu'un mouvement fort lent, elle a été plus long-temps exposée à l'action de Jupiter. On trouve de plus, par le moyen des élémens que j'ai employés, que la conjonction prochaine de cette Comète avec Jupiter, doit arriver le 23 Août de l'année prochaine, cette Comète n'étant alors éloignée de Jupiter que de  $\frac{1}{491}$  de sa distance au Soleil, & que par conséquent l'action de Jupiter sur cette Comète sera deux cents vingt-quatre fois plus grande que celle du Soleil, d'où il ne pourra point ne pas arriver un changement total dans son mouvement; au reste, ces conséquences ne peuvent être regardées comme exactement vraies, qu'autant qu'on aura fixé d'une manière bien déterminée les élémens que l'on emploiera pour calculer le mouvement de cette Comète, parce que le moindre changement dans ces élémens, & sur-tout dans le temps périodique, change sensiblement la distance aphélie de cette Comète, & j'ai facilement trouvé par le calcul, que si l'on diminueoit un peu le temps périodique, il en arriveroit que l'action de Jupiter seroit augmentée dans la première conjonction & diminuée dans la seconde: mon but principal dans ce raisonnement est de persuader qu'il a pu se faire que cette Comète ait parcouru une orbite telle qu'on peut la déduire des observations faites en 1770, quoiqu'auparavant, à cause de l'action de Jupiter sur elle, elle n'ait parcouru son orbite que dans un temps assez considérable.

Je n'oserois affirmer ni nier que le mouvement de cette Comète ait été affecté de l'action de la Terre, lorsqu'elle s'en est approchée, seulement il me paroît vraisemblable que cette action n'a pas dû y produire des changemens bien sensibles; & il paroît assez, par ce que j'ai dit plus haut, que par rapport au temps périodique, elle n'a pas dû y produire une grande variation par son attraction.

Enfin, quoiqu'il puisse être très-douteux si cette Comète sera visible pour nous, à son premier retour au Périhélie, parce que son mouvement souffrira peut-être un changement total, à cause de l'action de Jupiter; cependant, je crois

*Mém. 1776.*

Nnnn

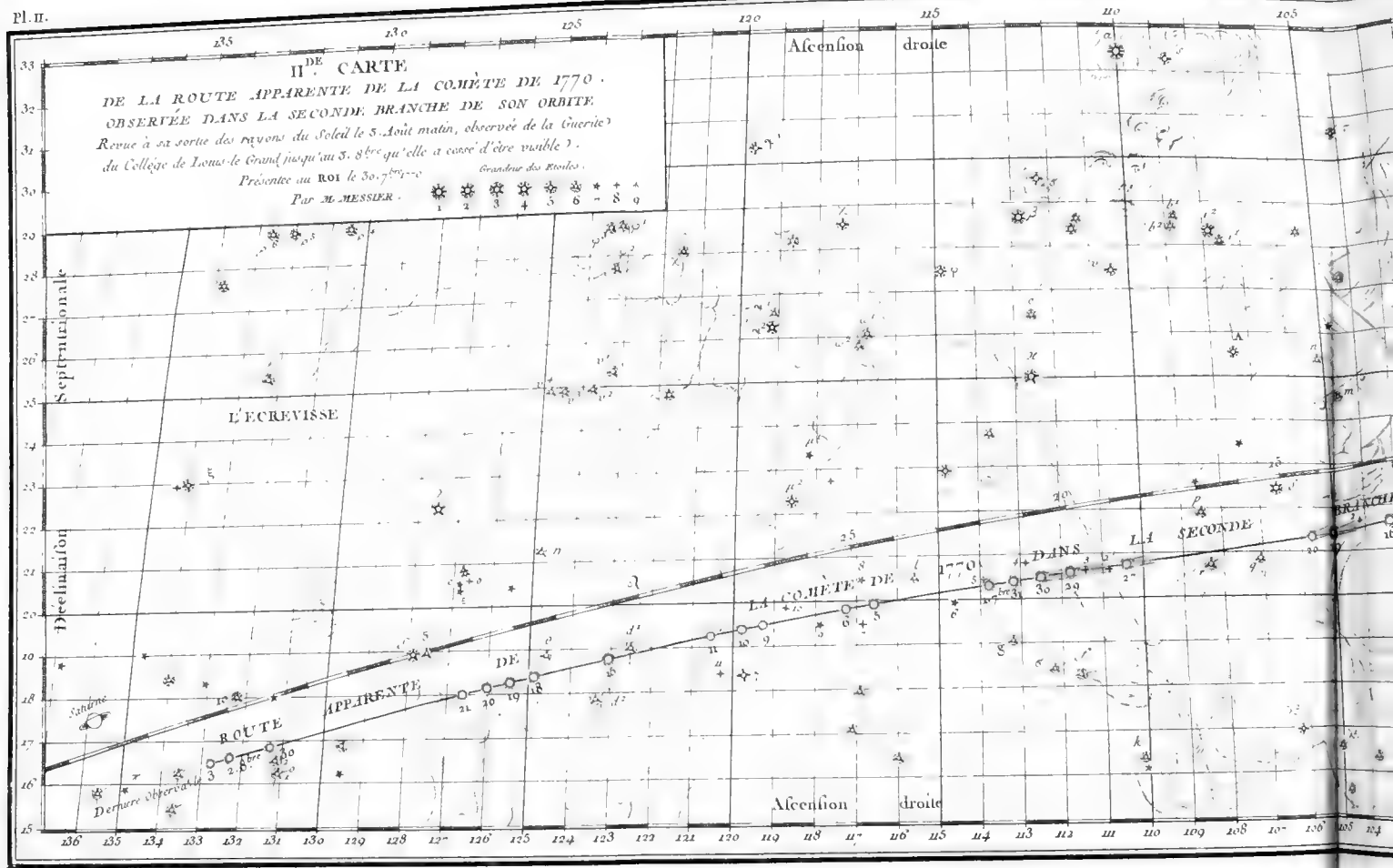
# 650 MÉMOIRES DE L'ACADÉMIE ROYALE

procurer une commodité aux Astronomes en ajoutant ici une Table qui désigne dans quelle partie du ciel il faudra chercher cette Comète, ayant toutefois égard aux différentes valeurs du temps périodique, renfermées entre les limites de cinq & de six ans.

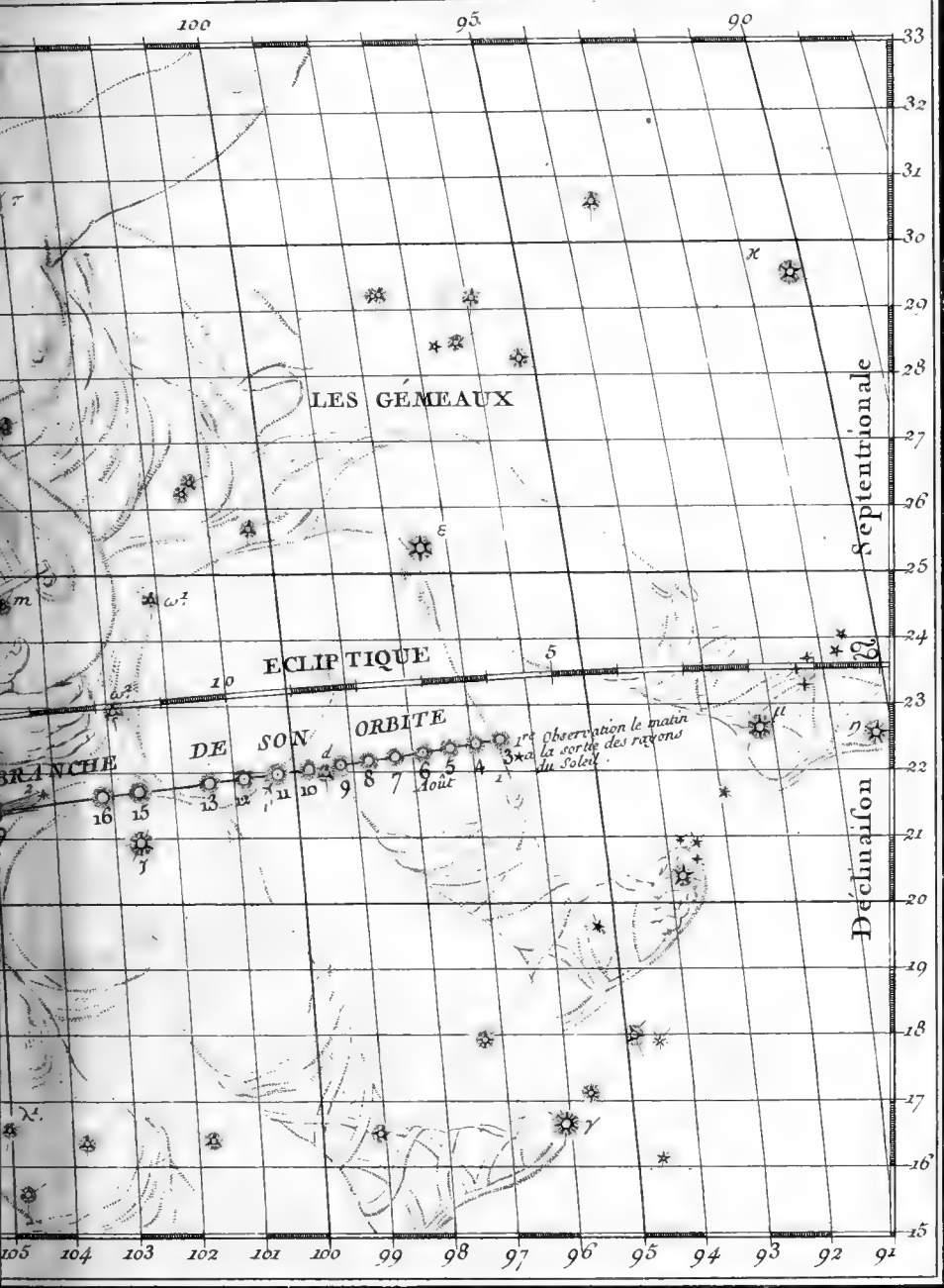
	LONGIT.		LATIT.		LONGIT.		LATIT.		LONGIT.		LATIT.		LONGIT.		LATIT.		LONGIT.		LATIT.	
	S.	D.	D.	M.	S.	D.	D.	M.	S.	D.	D.	M.	S.	D.	D.	M.	S.	D.	D.	M.
Mai..	1	0. *	13	0. 14A.	11. 12	0. 49B.	10. 5	2. 7B.	8. 27	2. 55B.										
15		0. *	5	0. 20B.	10. 26	2. 6	9. 1	3. 29	7. 29	3. 13										
Juin..	1	1. *	3	0. 18A.	11. 27	1. 33	9. 3	4. 41	7. 22	3. 25										
15		1. *	0	0. 30B.	9. 4	7. 7	7. 12	3. 18	7. * 3	2. 38										
Juillet.	1	1. *	26	0. 25A.	en conjonct. avec ☉		7. 5	2. 56	7. * 0	2. 17										
15		en conjonct. avec ☉		6. 29	2. 29B.	6. * 29	1. 59													
Août.	1	3. *	5	0. 49A.	6. 24	1. 37	7. * 1	1. 36												
15		3. *	12	1. 16	6. 23	0. 51	7. * 4	1. 17												
Sept..	1	3. *	23	1. 19	6. 1	0. 58A.	7. 10	0. 50												
15		4. *	1	1. 15	5. 8	2. 10	7. 16	0. 27												
Octob.	1	4. *	10	1. 9	4. 22	2. 27	7. 24	0. 31A.												
15		4. *	21	2. 13	7. 27	1. 34														
Nov..	1	4. *	22	1. 58	7. 14	5. 8	8. 22	1. 5												
15		4. *	20	1. 52	6. 25	6. 1	9. 6	0. 54												
Déc..	1	4. *	10	1. 37	4. 15	7. 44	10. 4	5. 42	10. 20	2. 55A.										
15		4. *	0	1. 20	3. 22	4. 31	9. 3	19. 7	10. 29	3. 14	9. 28	0. 39 A.								
Janvier.	1	3. *	5	2. 36	0. 13	3. 12	10. 28	1. 16												
15		3. *	0	1. 42	1. 10	2. 19	11. 23	1. 32	10. * 18	0. 31										
Février.	1	3. *	1	1. 2	2. 5	1. 0	0. 23	1. 26	11. * 19	0. 57										
15		3. * 4	0. 40	0. * 10	1. 2	11. * 8	0. 28	10. * 14	0. 9B.											
Mars.	1	0. * 3	0. 44	11. * 6	0. 12	10. * 12	0. 28B.													
15		0. * 24	0. 49	11. * 24	0. 29	11. * 1	0. 10													
Avril.	1	11. * 25	0. 12	10. * 28	0. 33B.	10. * 1	1. 21													
15		0. * 16	0. 29	11. * 18	0. 12	10. * 17	1. 13													

Il est à propos de remarquer qu'il se fait dans cette Table des fauts considérables, parce que l'on a passé d'une colonne verticale à la précédente; par exemple, si l'on supposoit que le Périhélie tombe au 13 de Juin, alors la longitude de la Comète pour le 1.<sup>er</sup> Juin, sera 11<sup>h</sup> 27<sup>d</sup>, & la latitude



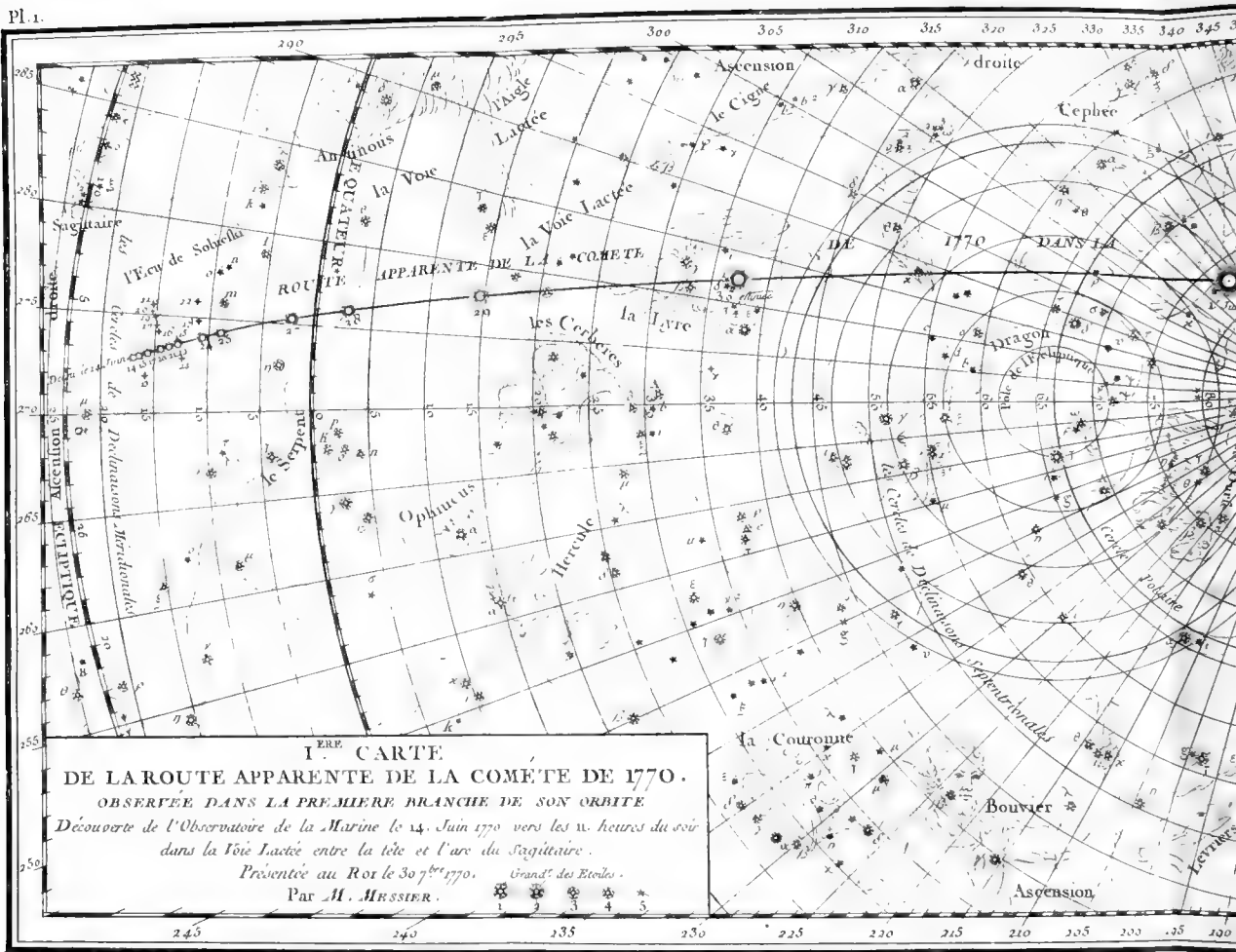


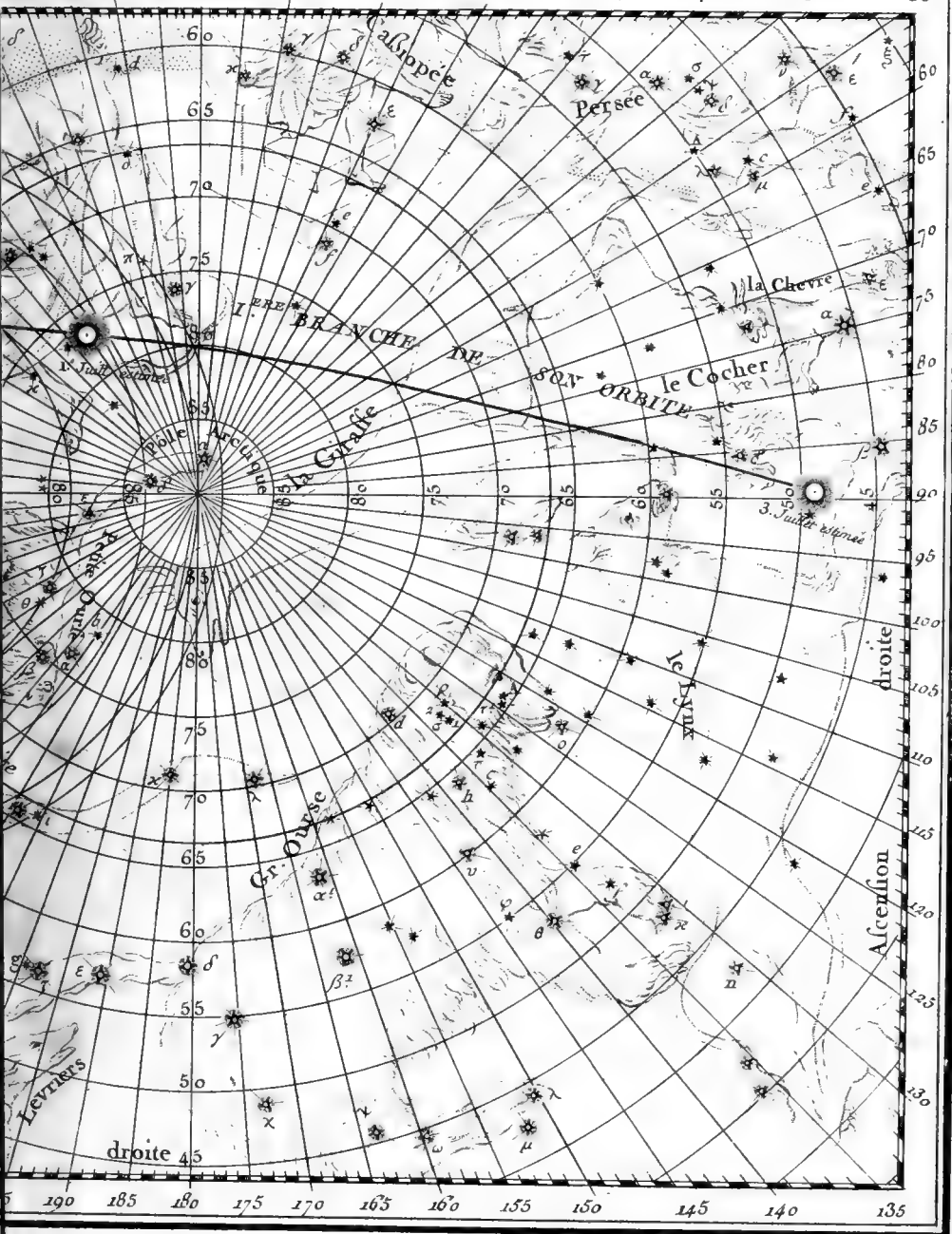














1<sup>d</sup> 33' qui sont marqués dans les troisieme & quatrieme colonnes verticales, & pour le 15 Juin on aura la longitude 1<sup>re</sup> 0<sup>d</sup>, & la latitude 3 0' B, qui sont marquées dans les première & seconde colonnes. Le fondement sur lequel cette Table a été construite, consiste en ce que j'ai supposé que lorsque cette Comète reviendra visible pour nous, elle ne sera guère plus éloignée de la Terre qu'elle ne l'étoit au mois d'Octobre 1770, lorsqu'elle a cessé de paroître à nos yeux : de-là vient que j'ai affecté d'un astérisque quelques lieux de cette Table, pour marquer qu'il est douteux si l'on pourra apercevoir cette Comète lorsqu'elle sera dans ces lieux.



**ESSAI DE DÉTERMINATION**  
**DE LA**  
**DIFFÉRENCE DES MÉRIDIENS**  
*Entre l'Observatoire royal de Paris, & Gréenwich,*  
*Rouen & Marseille.*

Par M. JEAURAT.

16 Novemb.  
1776.

**L**ES Observations que je donne, & d'où j'ai déduit la différence des Méridiens des lieux indiqués par le titre de ce Mémoire, sont celles de l'Éclipse totale de Lune du 30 Juillet 1776.

\* Voy. ci-dessus  
page 438.

Ces observations, comparées avec la mienne\*, ont toutes été faites par un très-beau temps, à Gréenwich, par M. Maskelyne; à Rouen, par M. Dulague; & à Marseille, par M. Garnier. L'habileté des Astronomes qui ont fait ces observations, assure l'exactitude de mes déterminations; d'ailleurs, mes résultats ont tous été fixés d'après un milieu pris entre le résultat moyen des Immersions & le résultat moyen des Émersions, ce qui remédie à l'inconvénient de l'inégalité des différentes vues, ainsi qu'à celui des différentes forces de lunettes: & quoique j'aye considéré l'observation du commencement, celle de l'immersion, celle de l'émerision, & celle de la fin de l'Éclipse, comme appartenantes aux quatre phases principales; néanmoins, ceux qui voudront comparer ensemble les autres phases observées, pourront le faire d'autant mieux, qu'à la suite de mes résultats, j'ai rapporté en totalité les observations de chaque Astronome. Voici donc mes résultats suivis des observations mêmes.

Différence des Mér. entre l'Observatoire royal de Paris & l'Observatoire royal de Gréenwich .....	—	9' 14" <i>occid.</i>
Et l'Observatoire de Saint-Lo, à Rouen.....	—	4. 53 <i>occid.</i>
Et l'Observatoire de Marseille.....	+	12. 23 <i>orient.</i>



Les résultats de Gréénwich & de Saint-Lo, sont déduits de l'observation des quatre principales phases observées, qui suivent.

*OBSERVATIONS & Résultats de l'Éclipse de Lune du  
30 Juillet 1776.*

	à GRÉENWICH, par M. MASKELINE	à ROUEN, par M. DULAGUE.	à MARSEILLE, par M. GARNIER.	à PARIS, par M. JEAURAT.
Commencement. . . . .	10 <sup>h</sup> 9' 4",0	10 <sup>h</sup> 13' 18",0	10 <sup>h</sup> 31' 18",0	10 <sup>h</sup> 19' 20",0
Immersion. . . . .	11. 8. 21,0	11. 12. 58,0	11. 30. 41,0	11. 17. 40,0
Émerfion. . . . .	12. 43. 1,0	12. 47. 18,0	13. 5. 20,0	12. 50. 40,0
Fin. . . . .	12. 42. 44,0	13. 47. 0,0	14. 4. 26,0	13. 52. 25,0
Milieu des quatre phases. . .	11. 55. 47,5	12. 0. 8,5	12. 17. 56,2	12. 5. 1,2
Diff. cherchée des Mérid.	— 9. 13,7	— 4. 52,7	+ 12. 55,0	

Dans les déterminations précédentes, celle de Gréénwich & celle de Rouen, ont l'exactitude qu'on peut attendre de ces sortes d'observations; il en seroit de même de la détermination de Marseille (+ 12' 55") si M. Garnier n'avoit lui-même de l'incertitude sur l'observation de l'immersion & de l'émerfion de la Lune; mais ce doute est aisé à lever, parce que M. Garnier a de plus observé vingt-deux éclipses des satellites de Jupiter, dont six ont aussi été observées à l'hôtel de Cluni, par M. Messier: or, des quatre émerfions comparées, le milieu donne + 12' 54",7; & les deux immersions comparées donnent aussi pour le milieu pris entre ces deux observations + 11' 52". Prenant donc de nouveau un milieu entre les deux résultats moyens + 12' 54",7, & + 11' 52", j'ai conclu que la différence des Méridiens entre Paris & Marseille, est de + 12' 23",3, au lieu de + 12' 55" que m'avoit donné l'observation des quatre principales phases de l'Éclipse: & ce résultat + 12' 23" me paroît d'autant plus exact, qu'il ne diffère que de 14 secondes du résultat qu'on avoit ci-devant; car jusqu'à présent cette différence des Méridiens étoit censée

être de  $+ 12' 9''$ . Voici les six observations de M. Messier, correspondantes à celles de M. Garnier ; ces observations d'éclipses des satellites de Jupiter seront suivies de la totalité des observations de M.<sup>rs</sup> Maskelyne, Dulague & Garnier, afin que ceux qui voudront en étendre l'usage puissent le faire : de plus, dans les observations de M. Garnier, à Marseille, on trouvera aussi l'observation de l'occultation de Saturne par la Lune, du 18 Février 1775, dont on a, à Paris, l'observation correspondante, par M. Messier, & d'une manière très-détaillée.

*OBSERVATIONS dont le résultat précédent  $+ 12' 23''$  est déduit.*

DATE DES OBSERVATIONS.	À PARIS,	À MARSEILLE,
	par M. MESSIER.	par M. GARNIER.
15 Février 1775, 1. <sup>er</sup> Satellite.....	6 <sup>h</sup> 2' 33" É.	6 <sup>h</sup> 15' 36" É.
28 Mars... 1776, 1. <sup>er</sup> Satellite.....	8. 6. 38. É.	8. 19. 54. É.
20 Avril.. 1776, 1. <sup>er</sup> Satellite.....	8. 28. 26. É.	8. 41. 9. É.
13 Février 1776, 2. <sup>e</sup> Satellite.....	7. 59. 38. É.	8. 12. 15. É.
21 Janvier 1776, 3. <sup>e</sup> Satellite,.....	9. 45. 51. I.	9. 57. 0. I.
4 Mars... 1776, 3. <sup>e</sup> Satellite.....	9. 48. 24. I.	10. 0. 59. I.

*OBSERVATION de l'Éclipse totale de Lune du 30 Juillet 1776, faite à Greenwich par M. Maskeline.*

## T E M P S

vrai.

10 <sup>h</sup> 9' 4"	commencement de l'Éclipse.
10. 19. 10	l'ombre touche <i>Aristarchus</i> .
10. 19. 30	au milieu d' <i>Aristarchus</i> .
10. 19. 40	couvre <i>Aristarchus</i> .
10. 20. 10	au milieu de <i>Keplerus</i> .
10. 28. 28	touche <i>Copernicus</i> .
10. 29. 23	au milieu de <i>Copernicus</i> .

## TEMPS

vrai.

10 <sup>h</sup> 30' 19"	couvre <i>Copernicus</i> .
10. 38. 52	touche <i>Tycho</i> .
10. 39. 30	au milieu de <i>Tycho</i> .
10. 40. 41	centre de <i>Tycho</i> .
10. 43. 4	touche <i>Manilius</i> .
10. 44. 9	couvre <i>Manilius</i> .
10. 46. 44	touche <i>Menelaüs</i> .
10. 47. 4	couvre <i>Menelaüs</i> .
10. 47. 57	touche <i>Dionysius</i> .
10. 48. 9	couvre <i>Dionysius</i> .
10. 50. 7	touche <i>Plinius</i> .
10. 50. 33	couvre <i>Plinius</i> .
10. 55. 31	touche le <i>Promontorium acutum</i> .
10. 55. 46	couvre le <i>Promontorium acutum</i> .
10. 58. 41	touche le <i>Promontorium somnii</i> .
10. 59. 28	couvre <i>Promontorium somnii</i> .
11. 8. 21	immersion totale.
11. 10. 40	occultation d'une petite Étoile au bord oriental de la Lune.
11. 27. 52	occultation d'une autre Étoile plus petite, au bord oriental de la Lune.
11. 41. 0	émersion de la première Étoile, instantanée.
12. 0. 18	passage du centre de la Lune par le Méridien.
12. 35. 38	émersion de la seconde Étoile.
12. 43. 1	émersion de la Lune.
12. 57. 56	l'ombre touche <i>Aristarchus</i> .
12. 58. 16	au milieu d' <i>Aristarchus</i> .
12. 58. 21	découvre <i>Aristarchus</i> .
12. 58. 36	au milieu de <i>Keplerus</i> .
13. 0. 10	touche <i>Tycho</i> .
13. 0. 58	au milieu de <i>Tycho</i> .
13. 1. 41	découvre <i>Tycho</i> .
13. 6. 12	touche <i>Copernicus</i> .
13. 6. 35	au milieu de <i>Copernicus</i> .
13. 7. 34	découvre <i>Copernicus</i> .

TEMPS  
vrai.

13 <sup>h</sup> 21' 6"	touche <i>Manilius</i> .
13. 21. 15	au milieu de <i>Manilius</i> .
13. 21. 43	découvre <i>Manilius</i> .
13. 23. 39	au milieu de <i>Dionysus</i> .
13. 24. 10	touche <i>Menelaüs</i> .
13. 24. 35	au milieu de <i>Menelaüs</i> .
13. 24. 54	quitte <i>Menelaüs</i> .
13. 27. 47	au milieu de <i>Plinius</i> .
13. 29. 28	au milieu du <i>Promontorium acutum</i> .
13. 34. 12	au milieu du <i>Promontorium somnii</i> .
13. 42. 44	fin de l'Éclipse.

*OBSERVATION de l'Éclipse totale de Lune, du 30 Juillet 1776, faite à Rouen à l'Observatoire de Saint-Lo, avec une Lunette ordinaire de 4 pieds, armée d'un Micromètre; & Occultation d'une petite Étoile du Capricorne, faite avec une Lunette de 9 pieds. Par M. Dulague.*

TEMPS  
vrai.

		Doigts éclipsés.
À 9 <sup>h</sup> 15' 0"	le diamètre de la Lune étoit de 22 révolutions, 25 parties du micromètre.	
9. 45. 0	pénombre sensible vers <i>Grimaldus</i> .	
10. 10. 0	pénombre très-forte entre <i>Grimaldus</i> & <i>Galilæus</i> ; diamètre de la Lune 22 révolutions, 30 parties.	
10. 13. 18	commencement de l'Éclipse.	
10. 15. 33	l'ombre au bord de <i>Grimaldus</i> .	
10. 15. 45	grandeur de l'Éclipse. ....	0 $\frac{1}{2}$ .
10. 18. 20	l'ombre à <i>Galilæus</i> .	
10. 18. 25	.....	1.
10. 20. 58	.....	1 $\frac{1}{2}$ .

TEMPS

## TEMPS

vrai.

Doigts éclipsés.

10 <sup>h</sup> 23' 5"	<i>Keplerus</i> entre dans l'ombre.	
10. 23. 18	.....	2.
10. 25. 30	commencement de <i>Mare humorum</i> .	
10. 26. 15	.....	2 $\frac{1}{2}$ .
10. 28. 57	.....	3.
10. 29. 35	fin de <i>Mare humorum</i> .	
10. 31. 5	.....	3 $\frac{1}{2}$ .
10. 33. 13	.....	4.
10. 33. 55	<i>Copernicus</i> à moitié dans l'ombre.	
10. 35. 35	distance des cornes; 20 révolutions.	
10. 35. 40	.....	4 $\frac{1}{2}$ .
10. 36. 40	<i>Schikardus</i> à moitié dans l'ombre.	
10. 38. 0	.....	5.
10. 40. 20	.....	5 $\frac{1}{2}$ .
10. 41. 50	<i>Plato</i> entre dans l'ombre.	
10. 42. 30	.....	6.
10. 43. 50	<i>Tycho</i> à moitié éclipsé.	
10. 45. 8	.....	6 $\frac{1}{2}$ .
10. 47. 30	.....	7.
10. 49. 57	.....	7 $\frac{1}{2}$ .
10. 50. 35	<i>Manilius</i> disparaît.	
10. 52. 58	.....	8.
10. 54. 18	l'ombre à <i>Menelaüs</i> .	
10. 55. 46	.....	8 $\frac{1}{2}$ .
10. 58. 8	<i>Mare neclaris</i> commence.	
10. 58. 46	.....	9.
10. 59. 36	distance des cornes; 20 révolutions.	
11. 2. 1	.....	9 $\frac{1}{2}$ .
11. 4. 16	.....	10.
11. 4. 20	commencement de <i>Mare crisum</i> .	
11. 5. 49	.....	10 $\frac{1}{2}$ .
11. 7. 43	.....	11.
11. 8. 3	<i>Mare crisum</i> totalement dans l'ombre.	
11. 10. 15	.....	11 $\frac{1}{2}$ .

Mém. 1776.

O o o o

## T E M P S

vrai.

Doigts éclipsés.

11<sup>h</sup> 12' 58"immersion de la Lune vers *Mare fecunditatis*.

11. 33. 0

immersion d'une petite étoile du Capricorne vers *Schikardus*; elle a suivant la Carte du zodiaque de d'Heulland, 10<sup>r</sup> 7<sup>d</sup> 35' de longitude environ, & 1<sup>d</sup> 12' de latitude austr.

11. 46. 0

émerison de ladite Étoile, douteuse.

12. 30. 0

diamètre de la Lune 22 révolut. 36 parties.

12. 47. 18

commencement de l'émerison de la Lune, vers *Grimaldus*.

12. 51. 22

..... 11<sup>1</sup>/<sub>2</sub>.

12. 52. 3

*Grimaldus* sort de l'ombre.

12. 53. 46

..... 11.

12. 55. 48

*Mare humorum* commence à sortir.

12. 56. 19

..... 10<sup>1</sup>/<sub>2</sub>.

12. 57. 3

*Galilæus* entièrement sorti.

12. 58. 51

..... 10.

13. 1. 30

..... 9<sup>1</sup>/<sub>2</sub>.

13. 1. 48

distance des Cornes, 20 révolutions.

13. 1. 58

*Keplerus* hors de l'ombre.

13. 4. 35

..... 9.

13. 7. 35

..... 8<sup>1</sup>/<sub>2</sub>.

13. 8. 33

*Tycho* entièrement sorti.

13. 9. 39

..... 8.

13. 10. 58

..... 7<sup>1</sup>/<sub>2</sub>.

13. 13. 3

..... 7.

13. 15. 29

..... 6<sup>1</sup>/<sub>2</sub>.

13. 18. 19

..... 6.

13. 20. 46

..... 5<sup>1</sup>/<sub>2</sub>.

13. 20. 48

*Plato* hors de l'ombre.

13. 23. 22

..... 5.

13. 25. 41

distance des Cornes, 20 révolutions.

13. 25. 55

..... 4<sup>1</sup>/<sub>2</sub>.

13. 27. 3

*Manilius* sort de l'ombre.

13. 28. 30

..... 4.

## TEMPS

vrai.

Doigts éclipsés.

13 <sup>h</sup> 29' 33"	<i>Menelaüs</i> tout-à-fait dégagé.	
13. 31. 1	.....	3 $\frac{1}{2}$ .
13. 33. 2	.....	3.
13. 35. 8	.....	2 $\frac{1}{2}$ .
13. 37. 21	.....	2.
13. 39. 52	.....	1 $\frac{1}{2}$ .
13. 42. 11	.....	1.
13. 46. 3	.....	0 $\frac{1}{2}$ .
13. 47. 0	fin de l'Éclipse vers <i>Mare crisum</i> .	

Des Observations précédentes, on déduit le milieu par la Phase,

Un demi-doigt à.....	12 <sup>h</sup> 0' 54".
Un doigt.....	12. 0. 18.
Un doigt & demi.....	12. 0. 25.
Deux doigts.....	12. 0. 19 —
Deux doigts & demi.....	12. 0. 41 —
Trois doigts.....	12. 0. 59 —
Trois doigts & demi.....	12. 1. 3.
Quatre doigts.....	12. 0. 51 —
Quatre doigts & demi.....	12. 0. 47 —
Cinq doigts.....	12. 0. 41.
Cinq doigts & demi.....	12. 0. 33.
Six doigts.....	12. 0. 24 —
Six doigts & demi.....	12. 0. 18 —
Sept doigts.....	12. 0. 16 —
Sept doigts & demi.....	12. 0. 27 —
Huit doigts.....	12. 1. 18 —
Huit doigts & demi.....	12. 1. 40 —
Neuf doigts.....	12. 1. 40 —
Neuf doigts & demi.....	12. 1. 45 —
Dix doigts.....	12. 1. 33 —
Dix doigts & demi.....	12. 1. 4.

O o o o ij

Onze doigts..... 12<sup>h</sup> 0' 44" —

Onze doigts &amp; demi..... 12. 0. 48 —

Donc moyen résultat par les doigts..... 12<sup>h</sup> 0' 51".

Par les distances des cornes..... 12. 0. 40.

Par le commencement &amp; la fin..... 12. 0. 9.

Par l'immersion &amp; l'émerision..... 12. 0. 8.

Enfin par un milieu pris dans ces quatre nombres,  
on conclut le milieu de l'Eclipse à..... 12<sup>h</sup> 0' 27".OBSERVATIONS de l'Eclipse de Lune du 30 Juillet 1776,  
faite à Marseille par M. Garnier.

30 JUILLET.	31 JUILLET.	
IMMERSION dans l'ombre. Temps vrai.	ÉMERISION dans l'ombre. Temps vrai.	
10 <sup>h</sup> 31' 18"	1 <sup>h</sup> 5' 20"	bord oriental de la Lune.
.....	1. 8. 25	bord oriental de <i>Grimaldus</i> .
10. 34. 28	1. 9. 8	bord occidental de <i>Grimaldus</i> .
.....	1. 18. 50	partie la plus occid. de <i>Mare humorum</i> .
10. 39. 11	1. 19. 46	centre du point brillant d' <i>Aristarchus</i> .
10. 48. 52	.....	premier bord de <i>Copernicus</i> .
10. 51. 2	* 1. 29. 52	second bord de <i>Copernicus</i> .
10. 57. 59	1. 37. 23	premier bord de la partie obs. de <i>Plato</i> .
10. 59. 00	1. 38. 16	second bord.
10. 59. 41	1. 22. 32	premier bord de la partie claire de <i>Tycho</i> .
11. 00. 46	1. 23. 47	second bord.
11. 3. 55	.....	premier bord de <i>Manilius</i> .
11. 4. 56	* 1. 46. 8	second bord.
11. 7. 11	.....	1. <sup>er</sup> bord du point brillant qui termine la ligne claire du milieu de <i>Mare serenit.</i>
11. 8. 8	1. 47. 13	extrémité méridionale de la même ligne.
.....	1. 48. 13	l'ombre partage en deux cette même ligne; émerision du milieu.
.....	1. 53. 5	bord clair occidental de <i>Mare serenitatis</i> .



30 JUILLET.	31 JUILLET.	
IMMERSION dans l'ombre. <i>Temps vrai</i>	ÉMERSION dans l'ombre. <i>Temps vrai</i>	
II. 19. 39	I. 57. 38	pointe occidentale de <i>Mare serenitatis</i> , la plus voisine de <i>Mare crisum</i> .
II. 21. 22	.....	partie la plus orientale de <i>Mare crisum</i> , près de <i>Proclus</i> .
II. 25. 3	2. 2. 24	partie la plus occidentale.
II. 25. 3	2. 00. 16	partie la plus occidentale de <i>Mare fecunditatis</i> , près de <i>Langrenus</i> . Ces deux derniers bords de <i>Mare crisum</i> & de <i>Mare fecunditatis</i> , ont rasé l'ombre au même instant dans l'immersion.
II. 30. 41	2. 4. 26	bord occidental de la Lune.

*Nota.* La pénombre avoit commencé à paroître quelque temps avant 10<sup>h</sup> 31' 33", mais je n'ai pas déterminé le moment; elle a paru sortie entièrement à 2<sup>h</sup> 6' 14".

Les observations de l'Émerision marquées d'une étoile, sont celles sur lesquelles j'ai quelque doute.

Je remarque que la différence de demeure dans l'ombre de Tycho, & celle des autres taches est très-considérable; cependant je ne crois pas m'être trompé.

La Lune n'a pas été cachée entièrement, même dans la plus grande obscurité de l'Éclipse; elle étoit rougeâtre & très-apparente à la vue simple. A travers la lunette, cette couleur rouge étoit beaucoup plus claire, & l'on distinguoit assez bien la figure de toutes les grandes taches.

Après l'immersion totale, on remarquoit avec la lunette, & plus bas que le centre de la Lune, quatre petites Étoiles sur une même ligne droite oblique à l'horizon. La plus orientale qui étoit aussi la plus élevée, fut cachée par son disque à 11<sup>h</sup> 58' 25"; il peut y avoir une erreur de quelques secondes dans cette observation, assez bonne pourtant, parce que l'Étoile en s'approchant de la Lune ne jetoit qu'une lumière

extrêmement foible; la seconde qui la surpasseoit en grosseur passa par estime à un peu moins de 2 minutes du bord méridional de la Lune; les deux autres demeurèrent considérablement au-dessous. Il ne me fut pas possible de déterminer avec quelque précision la sortie de l'Étoile éclipsee, parce que vers cet instant la Lune qui alloit se découvrir, commençoit à répandre déjà trop de clarté.

*OBSERVATION des Éclipses des Satellites de Jupiter, faites à Marseille avec une lunette achromatique dont l'objectif a 19 pouces de foyer, & 21 lignes d'ouverture.*

*OBSERVATIONS du I.<sup>er</sup> Satellite de Jupiter.*

ANNÉE	M O I S.	TEMPS VRAI.	O B S E R V A T I O N S.
1775.	Févr. 15	6 <sup>h</sup> 15' 36"	émersion; observation assez bonne.
1776.	Janv. 3	9. 16. 51	émersion un peu douteuse.
1776.	Janv. 12	5. 36. 32	émersion; bonne observation.
1776.	Mars 5	7. 57. 31	émersion un peu douteuse; il fait grand vent.
1776.	Mars 28	8. 19. 54	émers. bonne observ. mais elle diffère assez considérablement des Tables.
1776.	Avril 20	8. 41. 9	émers. bonne observ. mais elle diffère aussi beaucoup des Tables.

*OBSERVATIONS du II.<sup>e</sup> Satellite de Jupiter.*

1775.	Janv. 11	6. 20. 33	émersion; bonne observation.
1775.	Févr. 12	6. 5. 6	le second Satellite est sorti, & il est très-brillant.
1776.	Janv. 5	5. 51. 14	émersion; observation assez bonne.
1776.	Janv. 12	8. 27. 00	émersion un peu douteuse; il y a des nuages de temps en temps.
1776.	Févr. 13	8. 12. 15	émersion; bonne observation.
1776.	Févr. 20	8. 19. 00	je n'ai pas aperçu le second Satellite; quoique suivant les Tables il ne dû s'éclipser que plus de 4' après.
1776.	Févr. 20	10. 51. 7	émersion; bonne observation.
1776.	Mars 16	8. 9. 6	émersion; bonne observation.
1776.	Mars 23	10. 48. 53	émersion; bonne observation.

OBSERVATIONS du III.<sup>e</sup> Satellite de Jupiter.

ANNÉE	MOIS.	TEMPS VRAI.	OBSERVATIONS.
1775.	Févr. 11	9 <sup>h</sup> 56' 54"	immersion un peu douteuse; les satellites n'ont guère d'éclat.
1776.	Janv. 14	5. 58. 47	immersion; observation assez bonne.
1776.	Janv. 14	8. 28. 6	émersion; bonne observation.
1776.	Janv. 21	9. 57. 00	environ le troisième Satellite avoit déjà disparu.
1776.	Janv. 22	0. 29. 28	émersion; mais le Satellite paroît avoir déjà environ la moitié de sa lumière; Jupit. de temps en temps est nébul.
1776.	Mars 4	10. 00. 59	immersion; il fait grand vent.
1776.	Avril 9	8. 55. 15	émersion; il fait grand vent.

OBSERVATION du IV.<sup>e</sup> Satellite de Jupiter.

1776.	Mars 29	9. 58. 45	environ, immersion; observation assez bonne, mais elle diffère des Tables de plus de 25'; le Satellite a demeuré un temps extrêmement long à entrer dans l'ombre.
-------	---------	-----------	---

## OBSERVATION de l'occultation de Saturne derrière la Lune, à Marseille.

1775.	Févr. 18	9. 17. 6	occultat. de l'extrémité de la 1. <sup>re</sup> anse.
1775.	18	9. 17. 21	occultation du 1. <sup>er</sup> bord de Saturne.
1775.	18	9. 17. 47	occultation du 2. <sup>d</sup> bord.
1775.	18	9. 18. 1	occultat. de l'extrémité de la 2. <sup>de</sup> anse.
1775.	18	10. 22. 24	sortie de l'extrémité de la 1. <sup>re</sup> anse.
1775.	18	10. 23. 25	sortie de l'extrémité de la 2. <sup>de</sup> anse.
1775.	Mars 7	10. 40. 20	occultation de $\gamma$ du Taureau derrière la Lune.

*OBSERVATION de l'occultation de Saturne par la Lune,  
du 18 Février 1775, observée à Paris à l'hôtel de Clugny,  
par M. Messier.*

*Temps vrai.*

Immersion	{	9 <sup>h</sup> 10' 49", l'extrémité de l'anse occidentale touche le bord éclipsé de la Lune.
		9. 11. 16, le globe de Saturne commence à toucher.
		9. 11. 35, par estime, le centre de Saturne s'éclipse.
		9. 11. 51, le second bord de Saturne disparaît.
		9. 12. 19, l'extrémité de l'anse orientale s'éclipse.
Émerfions	{	10. 10. 7, l'extrémité de l'anse occidentale commence à paroître.
		10. 10. 13, le 1. <sup>er</sup> bord du globe de Saturne commence à paroître.
		10. 10. 39, par estime, le centre de Saturne paroît.
		10. 11. 3, le second bord de Saturne paroît.
		10. 11. 13, l'extrémité de l'anse orientale paroît.

C'est donc de la totalité de ces observations que j'ai déduit, page 652, la différence des Méridiens entre Paris & Greenwich, & Rouen & Marseille.



## NOUVELLES PREUVES

*Que le Cap de LA CIRCONCISION existe par une latitude australe de 54 degrés, & que sa longitude géographique a été supposée jusqu'ici trop grande d'environ 7 degrés.*

Par M. LE MONNIER.

**L**E cap de la Circonfion, découvert & vu plusieurs fois par M. Lozier-Bouvet, le 1.<sup>er</sup> Janvier 1739 & jours suivans, est situé par 54 degrés de latitude Sud; quant à sa longitude, il y a beaucoup d'incertitude. Comme les Horloges marines, & encore mieux les distances de la Lune au Soleil, que M. d'Après ( qui n'étoit pas de ce voyage ) a commencé à mettre en usage vers ce temps-là, ne furent point alors employées dans la recherche de la longitude du Vaisseau; il n'est pas étonnant qu'on ait admis pour lors une longitude fautive, savoir, 28 degrés & demi de l'île de Fer.

Lû  
le 9 Janvier  
1779.

C'est sans doute ce défaut de longitude qui a pu induire en erreur quelques Navigateurs Anglois, qui se sont attachés à prouver que leur croisière n'avoit donné nul indice de ce Cap, ou Ile découverte en 1739.

Si les Anglois avoient cherché, comme ils devoient le faire, ce Cap plus dans l'Ouest, peut-être que leurs vagues allégations n'auroient pas eu lieu, & qu'ils auroient rendu plus de justice à M. Bouvet; mais tout au contraire, ils l'attaquent sur les variations de l'aimant qu'il a observées, & on insinue dans le voyage au Pôle austral, que leur fameux Navigateur, le Capitaine Cook, ne fait pas plus de cas de ces variations observées que de la découverte du cap de la Circoncision; en sorte qu'on voudroit anéantir l'un par l'autre, le tout à la suite d'une traversée de 13 degrés trop dans l'Est, à 54 degrés de latitude australe.

*Mém. 1776.*

PPPP

Des raisons plus simples & plus naturelles fondées sur des faits incontestables, savoir, sur les variations de l'Aiguille aimantée, observées par M. Bouvet, auroient dû néanmoins se présenter aux yeux des Navigateurs Anglois.

Comment a-t-il pu leur échapper, que les variations même, qu'on avoit observées en Décembre 1738, donnoient pour résultat, une longitude moins grande que 28 degrés & demi à ce cap de la Circoncision, & qu'ainsi cette Ile ou Cap a dû être beaucoup plus occidentale? Il n'est guère possible aujourd'hui qu'il y ait des Navigateurs bornés au point de nier que les variations de l'Aiguille, ne puissent très-bien indiquer la longitude en ces parages; & je suis convaincu qu'en cela même les Anglois feront de mon avis.

*Sur la déclinaison de l'aiguille aimantée, & sur les variations observées au cap de Bonne-Espérance, en 1739 & 1775, avec les conséquences qu'on en peut déduire.*

M. d'Après, à la fin de la première édition de son Neptune oriental, donne la déclinaison de l'Aimant au cap de Bonne-Espérance, de 16 degrés tout au plus avant l'année 1740, & le résultat moyen des découvertes en ce genre, faites à terre par les Anglois, est 21 degrés un quart du Nord à l'Ouest pour le commencement de l'année 1775.

Comme la ligne qui indique cette déclinaison, s'est portée vers l'Ouest pendant ces trente-cinq ans, environ 5 degrés un tiers, à la latitude de 34 degrés méridionale; il s'ensuit que le mouvement d'une pareille ligne a dû être un peu moindre que 5 degrés un tiers sous le parallèle de 54 degrés, & qu'à l'opposite celui de la ligne sans déclinaison vers l'Ouest a dû être plus grand que sous ces deux parallèles, puisqu'à son Équateur magnétique, situé pareillement par une latitude australe d'environ 11 degrés, le mouvement de la ligne sans déclinaison vers l'Ouest a dû être tout au plus de 9 degrés pendant trente-cinq années, comme on le verra ci-après.

Je supposerais avec M. Bouvet, & selon la Carte de Buache, que la variation vis-à-vis le cap de la Circoncision ait été de 7 degrés ou 6 degrés  $\frac{3}{4}$  du Nord à l'Ouest au commencement de 1739 ; elle auroit donc été plus grande de 3 degrés à 3 degrés  $\frac{1}{2}$  en 1775, c'est-à-dire, la variation de 10 degrés Nord-ouest.

C'est ce qui fait qu'on a cherché en vain le cap de la Circoncision, en ces derniers temps, lorsque les boussoles ou compas azimutaux du vaisseau la *Résolution*, marquoient 13 degrés  $\frac{3}{4}$  & 13 degrés  $\frac{1}{4}$  au 17 Février 1775 ; la longitude de ce Vaisseau étant alors 26 degrés  $\frac{1}{3}$ , ou 27 degrés  $\frac{1}{2}$  à compter de l'île de Fer.

Peu de temps auparavant, savoir, les 8 & 9 Février, M. Cook avoit trouvé la variation nulle, ou de 0 degré par une latitude australe de 58 degrés  $\frac{1}{2}$ , la longitude de son Vaisseau étant d'environ 5 degrés  $\frac{1}{2}$  à l'égard de l'île de Fer. Or la ligne sans déclinaison qui passe proche le Bresil, vis-à-vis le cap Saint-Augustin, doit se rapprocher à 54 degrés de latitude (ou 4 degrés  $\frac{1}{2}$  moins au Sud que les 58 degrés  $\frac{1}{2}$ ) du premier Méridien, puisqu'elle le coupe un peu obliquement en se prolongeant vers l'Équateur ; c'est-à-dire, qu'à la latitude du cap de la Circoncision, la ligne sans déclinaison auroit dû passer, en 1775, à 3 degrés & demi, ou 4 degrés de longitude de l'île de Fer.

Il est vrai que sur le vaisseau l'*Aventure*, par 53 degrés  $\frac{1}{2}$  de latitude australe, on a trouvé la ligne sans déclinaison par une longitude plus grande ou plus avancée, & que cette différence reste à discuter, s'ils le peuvent, parmi les Anglois ; mais pour répondre à M. Cook, on retient ici les données qui résultent des azimuths observés sur le vaisseau la *Résolution*, & on peut admettre ainsi 5 degrés de longitude géographique pour le passage de la ligne sans déclinaison, en 1775, par 54 degrés de latitude australe.

Or, il suit de-là que le vaisseau la *Résolution* a dû s'avancer à l'Est de la ligne sans déclinaison, de 22 degrés en longitude,

pour voir la variation de l'aiguille s'accroître du Nord à l'Ouest d'environ 13 degrés  $\frac{1}{2}$ .

Mais on a établi ci-dessus, 10 degrés pour la variation actuelle de l'aiguille vis-à-vis le cap de la Circoncision; on aura donc pour les 3 degrés & demi d'excès, qu'a observé plus dans l'Est le Capitaine Cook, quoiqu'il par une même latitude, une différence en longitude de 5<sup>d</sup> 25', ce qui ne donne plus que 21<sup>d</sup> 35' pour la longitude géographique du cap de la Circoncision.

Ainsi ce même Cap auroit été aperçu à l'Est du Méridien de Londres, seulement 3 degrés & demi; & il n'est pas étonnant que sur les deux vaisseaux l'*Aventure* & la *Résolution*, on n'ait pu l'apercevoir, puisqu'alors leurs routes s'écartoient trop au Nord & au Sud de ce Cap, mais sur-tout, parce qu'ils ont croisé trop dans l'Est, comme cela se voit tout d'un coup sur les Cartes Angloises nouvellement publiées.

*De la ligne sans déclinaison tracée sur la Carte réduite, & qui indique le 0 degré de variation magnétique.*

Ce qui vient d'être prouvé ci-dessus, quant aux degrés de longitude qu'il faut retrancher des 28 degrés  $\frac{1}{2}$ , assignés en 1739 au cap de la Circoncision, peut bien être confirmé par la situation de la ligne sans déclinaison, que M. Bouvet, comptoit, il y a bientôt quarante ans, par 15 degrés  $\frac{1}{2}$  du Méridien de l'île de Fer, après avoir observé la variation nulle, le 21 de Décembre 1738, par 51<sup>d</sup> 21' de latitude australe.

On va voir que cette variation observée ne peut se concilier avec celles qui sont connues d'ailleurs, à moins qu'on ne retranche plusieurs degrés de la longitude estimée 15<sup>d</sup> 22' par cette latitude australe.

1.<sup>o</sup> La Carte de Halley, donne pour 1700, la longitude du lieu où il avoit observé lui-même cette variation, par 34 degrés de latitude; savoir, 5 degrés à l'Ouest du Méridien



de Londres, c'est-à-dire, à  $13^{\text{d}} 12' \frac{1}{2}$  de longitude de l'île de Fer.

2.<sup>o</sup> Sur la même Carte, à 50 degrés de latitude, je ne trouve plus qu'un seul degré à l'Ouest de Londres, ce qui revient à  $17^{\text{d}} 12' \frac{1}{2}$ .

Enfin l'an 1775, par 58 degrés  $\frac{1}{2}$  de latitude australe, le Capitaine Cook trouva les 8 & 9 Février, la variation nulle, étant  $13^{\text{d}} 10'$  à l'Ouest de Londres ou Gréenwich; c'est-à-dire, à 5 degrés de longitude à l'Est de l'île de Fer.

Mais aussi dix-neuf mois auparavant, le 28 Septembre 1772, son vaisseau la *Résolution* se trouvant par 24 degrés  $\frac{2}{3}$  de latitude australe, & près de 24 degrés à l'Ouest du Méridien de Gréenwich, la variation du Nord à l'Ouest, étoit en ce lieu tellement diminuée, qu'à peine restoit-il 0 degré deux tiers de variation; c'est-à-dire, que la variation de l'aiguille a dû être nulle aux environs du Tropique du Capricorne, par 6 degrés  $\frac{2}{3}$  ou 7 degrés à l'Ouest du Méridien de l'île de Fer. Or sur l'*Endeavour*, en 1768, on l'avoit trouvée par 10 à 10 degrés  $\frac{1}{2}$  de latitude australe, nulle à 14 degrés  $\frac{2}{3}$  à l'Ouest du même Méridien. Enfin, en 1775, le même Navigateur a reconnu qu'elle passoit tant soit peu à l'Ouest de l'île de *Fernando l'Orontio*, par près de 4 degrés de latitude australe.

Toutes ces circonstances réunies, prouvent assez que la ligne sans déclinaison qui s'est avancée depuis 1700, d'environ 19 degrés vers le cap Saint-Augustin, à la pointe la plus avancée du Bresil; que cette ligne, dis-je, s'est un peu redressée; ou que dans les parties du Sud, là où elle a paru s'avancer bien moins vers l'Ouest, sa courbure semble se rapprocher davantage, ou avoir plus d'affinité avec la courbure des Méridiens, dont elle s'éloignoit déjà fort peu en 1700.

Or, il suit de-là qu'à la latitude de 51 degrés  $\frac{2}{3}$ , la variation auroit été observée nulle, par le même Navigateur, M. Cook, s'il s'y fût rencontré par une longitude de 2 degrés  $\frac{1}{2}$ , à compter de l'île de Fer; au lieu qu'en

1700, elle a dû être nulle, plus à l'Est, de 15 degrés sous la même latitude; distribuant donc, en raison des temps écoulés, ce mouvement progressif de la ligne sans déclinaison, on trouve qu'elle a dû passer au 1.<sup>er</sup> Janvier 1739, à très-peu de chose près, par 10 degrés de longitude. Ainsi l'erreur dans la longitude, estimée par M. Bouvet, a dû être en excès, le 21 Décembre 1738, de 5 degrés  $\frac{1}{2}$  à 6 degrés, à 51<sup>d</sup> 23' de latitude australe; ce qui prouve que les erreurs de l'estime des Pilotes, dans leur route, a dû s'accroître à mesure qu'ils se sont avancés des côtes du Brésil vers l'Est, & au-delà de la ligne sans déclinaison & du cap de la Circoncision, qui a été découvert au mois de Janvier 1739.

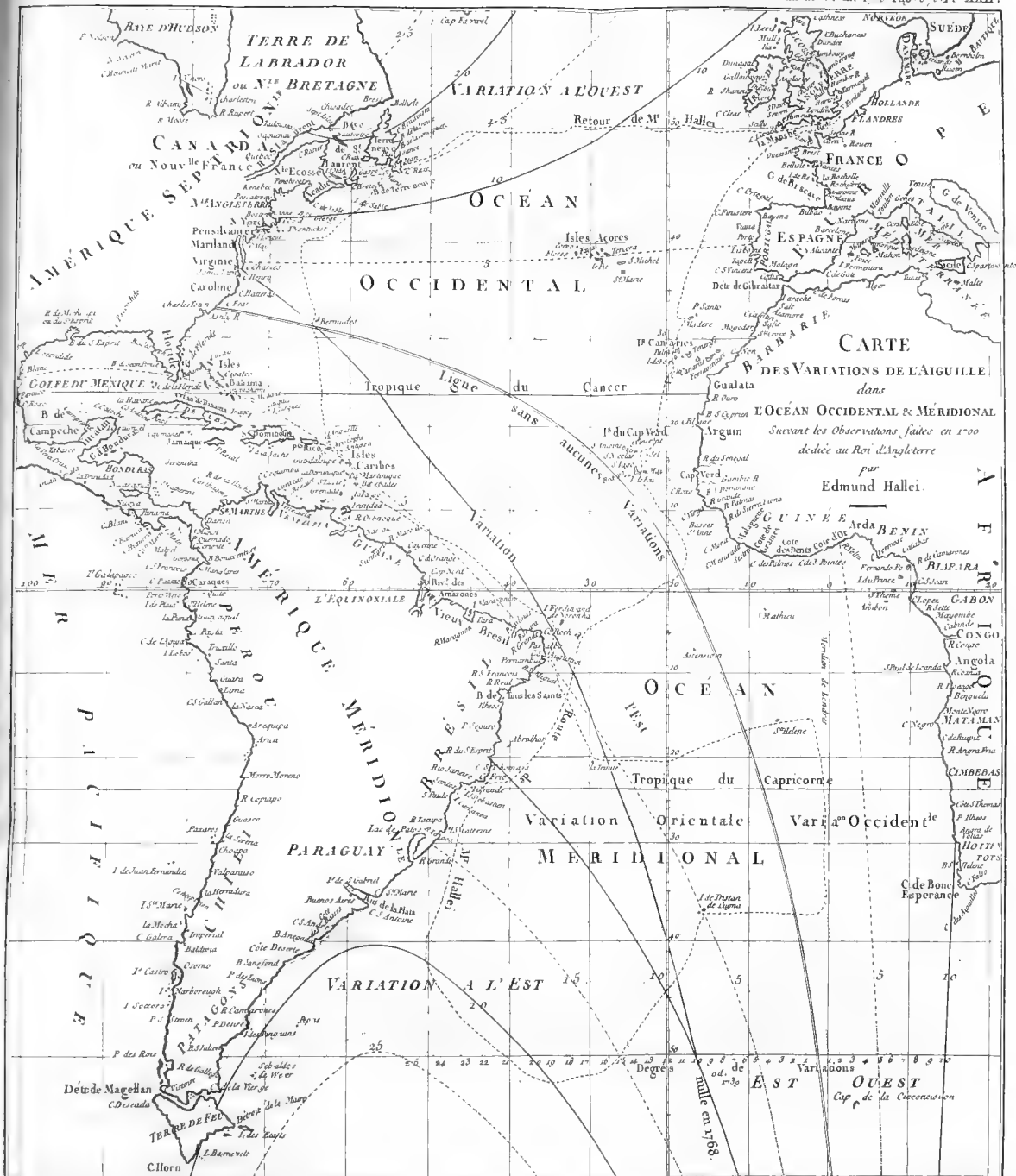


P. Nelson

N.

C.H.

AMÉRI



Variation Nord-ouest, en 1770, dans la Pensilvanie, 34°

Goult Del. H. B. Nepe

*M É M O I R E*  
*SUR L'EXISTENCE DE L'AIR*  
*DANS L'ACIDE NITREUX,*  
*Et sur les moyens de décomposer & de recomposer*  
*cet acide.*

Par M. LAVOISIER.

J'AI fait voir dans le premier Volume de mes Opuscules physiques & chimiques, que lorsqu'on brûloit du phosphore de Kunckel sous une cloche de verre renversée dans de l'eau, un cinquième environ de l'air contenu sous la cloche étoit absorbé; que ce qui se trouvoit de moins dans l'air, se retrouvoit en plus dans l'acide phosphorique qui résultoit de la combustion, & j'en ai conclu que cet acide étoit en partie composé d'air, ou au moins d'une substance élastique contenue dans l'air. Comme les mêmes phénomènes ont exactement lieu dans la combustion du soufre, & dans la formation de l'acide vitriolique, j'aurois eu également droit de conclure que l'air entre dans la composition de ce dernier acide.

Ces premiers pas m'ont fait réfléchir sur la nature des acides en général, & en examinant les circonstances de leur formation & de leur destruction, j'ai cru entrevoir que tous étoient composés en grande partie d'air; que cette substance étoit commune à tous, & qu'ils étoient ensuite différenciés les uns des autres, par l'addition de différens principes particuliers pour chaque acide.

Ce qui d'abord n'étoit qu'une conjecture assez vraisemblable, s'est bientôt converti en certitude, quand j'ai appliqué l'expérience à la théorie; & je suis en état d'avancer affirmativement aujourd'hui, que non-seulement l'air, mais encore la portion la plus pure de l'air, entre dans la composition de

Lû  
le 20 Avril  
1776.  
Remis  
en Décembre  
1777.

tous les acides sans exception ; que c'est cette substance qui constitue leur acidité , au point qu'on peut à volonté leur ôter ou leur rendre la qualité d'acide , suivant qu'on les dépouille ou qu'on leur donne la portion d'air essentielle à leur composition.

Les moyens de décomposition & de recomposition n'étant pas les mêmes pour tous les acides , je traiterai de chacun d'eux dans autant de Mémoires particuliers ; je commence aujourd'hui par celui du Nitre , parce que c'est celui dont il importe le plus de connoître la nature & la composition , surtout relativement au Prix que l'Académie vient de proposer sur le Salpêtre.

Je commencerai , avant d'entrer en matière , par prévenir le Public , qu'une partie des expériences contenues dans ce Mémoire , ne m'appartiennent point en propre : peut-être même rigoureusement parlant , n'en est-il aucune dont M. Priestley ne puisse réclamer la première idée ; mais comme les mêmes faits nous ont conduits à des conséquences diamétralement opposées , j'espère que si on me reproche d'avoir emprunté des preuves des ouvrages de ce célèbre Physicien , on ne me contestera pas au moins la propriété des conséquences.

C'est un fait généralement reconnu aujourd'hui , qu'il se dégage de presque toutes les dissolutions métalliques dans les acides , des émanations élastiques , des espèces d'air dont les propriétés diffèrent suivant la nature des acides , à l'aide desquels on est parvenu à les former.

Ce n'est point du métal que proviennent ces différentes espèces d'air , ainsi que j'aurai plusieurs occasions de le faire voir ; ils sont dûs à la décomposition de l'acide lui-même , & j'ai entrevu qu'il pouvoit en résulter un moyen simple d'analyser les acides : il m'a semblé , par exemple , qu'en faisant dissoudre du mercure dans l'acide nitreux , en recueillant les différens principes élastiques qui s'échappent de cette combinaison ; enfin en observant attentivement les phénomènes qu'elle présente depuis le premier instant de la dissolution jusqu'à ce que le mercure , après avoir successivement passé  
par

par l'état de sel mercuriel & de précipité rouge, reparoisſe enfin ſous ſa forme métallique, j'acquerois infailliblement des lumières ſur la nature des principes qui entrent dans la compoſition de l'acide nitreux.

Quoique les expériences dont j'ai à rendre compte, puſſent également réuſſir avec tout métal, j'ai choiſi de préférence le mercure, par la raiſon que cette ſubſtance métallique ayant la propriété de ſe réduire ſans addition, il m'a paru qu'il en réſulteroit moins de complication dans la marche des expériences, & que je ſerois conduit d'une manière plus ſimple aux conſéquences auxquelles je me propoſois d'arriver.

J'ai pris en conſéquence un petit matras à col long & étroit, que j'ai courbé à la lampe, de manière que l'extrémité de ce col pût s'engager ſous une cloche de criſtal pleine d'eau, & plongée dans un vaſe plein d'eau; j'y ai introduit 2 onces d'acide nitreux légèrement fumant, dont le poids étoit à celui de l'eau diſtillée dans le rapport de 131,607 à 100,000; j'y ai ajouté 2 onces 1 gros de mercure, & j'ai chauffé légèrement pour accélérer la diſſolution.

Comme l'acide étoit fort concentré, l'effervescence a été vive, & le dégagement très-rapide; j'ai reçu l'air qui ſe dégageoit dans différentes cloches, afin de pouvoir reconnoître les différences qui pourroient ſe rencontrer entre celui du commencement & celui de la fin de l'effervescence, en ſuppoſant qu'il y en eût. Lorsque l'effervescence a été finie, & que tout le mercure a été diſſous, j'ai continué de faire chauffer dans le même appareil; bientôt il a ſuccédé à l'effervescence un mouvement d'ébullition, pendant lequel la production d'air a continué preſque en auſſi grande abondance qu'auparavant; j'ai continué ainſi juſqu'à ce que tout le fluide ayant paſſé ou par la voie de diſtillation, ou ſous forme de vapeurs élaſtiques ou d'air, il ne m'eſt plus reſté dans le matras que du ſel mercuriel blanc, ſous forme pâteuſe plus sèche qu'humide, & qui commençoit à jaunir à la ſurface. La quantité d'air obtenue juſqu'à cette époque, étoit de 190 pouces cubiques environ,

*Mém. 1776.*

Qqqq

c'est-à-dire, de près de quatre pintes; tout cet air étoit de nature uniforme, & ne différoit en rien de ce que M. Priestley a nommé *Air nitreux*.

En continuant l'opération, je me suis aperçu qu'il s'élevoit du sel mercuriel des vapeurs rouges semblables à celles de l'acide nitreux; mais cette circonstance n'a pas duré longtemps, & bientôt l'air contenu dans la partie vide du matras a recouvré sa transparence (a). Ayant mis à part l'air qui avoit passé pendant la durée des vapeurs rouges, il s'est trouvé 10 à 12 pouces d'un air fort différent de celui qui avoit passé jusqu'alors, & qui ne paroissoit différer de l'air commun, que parce que les lumières y brûloient un peu mieux. En même temps le sel mercuriel s'étoit converti en un beau précipité rouge, & ayant continué de le pousser à un degré de feu modéré, j'en ai obtenu, en sept heures de temps, 224 pouces cubiques d'un air beaucoup plus pur que l'air commun, dans lequel les lumières brûloient avec une flamme beaucoup plus grande, beaucoup plus large & beaucoup plus vive, & qu'à tous ses caractères, je n'ai pu méconnoître pour être le même que j'avois retiré de la chaux de mercure, connue sous le nom de *Mercuré précipité per se*, & que M. Priestley a retiré d'un grand nombre de substances, en les traitant par l'esprit de nitre. A mesure que cet air s'étoit dégagé, le mercure s'étoit réduit, & j'ai retrouvé, à quelques grains près, les 2 onces 1 gros de mercure que j'avois employés dans la dissolution; cette petite perte pouvoit provenir d'un peu de sublimé jaune & rouge qui s'étoit attaché au dôme de la cornue.

Le mercure étant sorti de cette expérience, comme il y étoit entré, c'est-à-dire, sans altération, ni dans sa qualité, ni même sensiblement dans son poids, il est évident que les 426 pouces cubiques d'air que j'avois obtenus, ne pouvoient avoir été produits que par la décomposition de l'acide nitreux; j'étois

---

(a) Ces vapeurs rouges sont dûes à une portion d'air nitreux & d'air plus pur que l'air commun, qui se dégagent en même temps du sel mercuriel, qui se combinent & qui reforment de l'acide nitreux. On ne sentira bien cette explication qu'après la lecture de tout le Mémoire.



donc en droit d'en conclure que 2 onces d'acide nitreux sont composées, 1.<sup>o</sup> de 190 pouces d'air nitreux; 2.<sup>o</sup> de 12 pouces d'air commun; 3.<sup>o</sup> de 224 pouces d'air, meilleur que l'air commun; 4.<sup>o</sup> de flegme; mais comme il étoit prouvé d'après les expériences de M. Priestley, que la petite portion d'air que j'avois obtenue dans l'état d'air commun, ne pouvoit être autre chose qu'un air meilleur que l'air commun, dont la qualité supérieure avoit été altérée par un mélange d'air nitreux dans la transition ou passage de l'un à l'autre, je puis rétablir la quantité de ces deux airs, telle qu'elle étoit avant leur mélange, & supposer que les 12 pouces d'air commun que j'ai obtenus, étoient dûs à un mélange de 36 pouces d'air nitreux, & de 14 pouces d'air meilleur que l'air commun.

En rétablissant ainsi ces quantités, on aura pour le produit de 2 onces d'acide nitreux.

Air nitreux.....	226 pouces.
Air le plus pur.....	238 pouces.
TOTAL.....	<u>464 pouces.</u>

Et pour le produit d'une livre du même acide.

Air nitreux.....	1808 pouces.
Air le plus pur.....	1904 pouces.
TOTAL.....	<u>3712 pouces.</u>

S'il étoit possible d'avoir la pesanteur absolue de ces quantités d'air, comme on en a le volume, il seroit aisé d'en conclure le poids du flegme, & alors on auroit une analyse complete de l'acide nitreux. Les tentatives de M. Priestley à cet égard sont bien éloignées de donner des résultats satisfaisans, & j'avoue que je n'ai pu obtenir non plus que des approximations assez incertaines; quoi qu'il en soit, je supposerai ici, comme j'ai tout lieu de le présumer, que l'air pur retiré du mercure, est un peu plus pesant que celui de l'atmosphère, & qu'il pèse  $\frac{55}{100}$  de grains le pouce cube. Je

supposerai de même que l'air nitreux est un peu plus léger que l'air commun, & que sa pesanteur est de  $\frac{4}{10}$  de grains le pouce cube; d'après cette supposition, on trouvera qu'une livre d'acide nitreux, telle que je l'ai employée, est composée ainsi qu'il suit.

## S A V O I R;

	Onc.	Gros.	Grains.
Air nitreux .....	1.	2.	3 $\frac{1}{2}$ .
Air le plus pur .....	1.	6.	32 $\frac{1}{2}$ .
Flegme, ou Eau commune .....	13.	7.	36 $\frac{3}{4}$ .
TOTAL .....	1 livre.		

Voilà donc un moyen de décomposer l'acide nitreux, & d'y démontrer l'existence de l'air, ou plutôt d'un air pur, & (s'il est permis de se servir de cette expression) plus air que l'air commun; mais le complément de preuve étoit, après avoir décomposé l'acide nitreux, de parvenir à le recomposer en recombinaut les mêmes matériaux, & c'est à quoi je suis parvenu; mais avant de passer à cette expérience, il est nécessaire que j'entre ici dans quelque détail sur la nature de l'air nitreux.

Ceux qui n'auront point lu les expériences rapportées dans le premier Volume de M. Priestley, sur différentes espèces d'air, & sur-tout celles de M. Guillaume Bewly, rapportées à la fin du même Volume, pourront peut-être penser que l'air nitreux n'est autre chose que de l'acide nitreux en vapeurs. Il suffira pour détruire cette opinion, de faire voir qu'il est douteux même que l'air nitreux soit dans un état d'acidité, & c'est ce qui résulte des expériences qui suivent.

Premièrement, l'air nitreux peut traverser des masses d'eau très-considérables, même demeurer pendant plusieurs mois en contact avec elle, sous des cloches de verre, sans se combiner avec elle, sans se condenser en forme de fluide, & sans éprouver la moindre altération, ni dans sa qualité, ni dans son volume; les vapeurs de l'esprit de nitre au contraire se combinent avec l'eau, avec une étonnante facilité, & l'on

fait que c'est en leur présentant le contact de l'eau, qu'on parvient à les condenser.

Secondement, ce n'est qu'avec une très-grande difficulté, & après un laps de temps fort considérable, qu'une petite portion d'air nitreux peut être combinée avec les alkalis, soit fixes, soit volatils; ce n'est que par des procédés particuliers, toujours longs & difficiles qu'on y parvient, & alors même il ne résulte de cette combinaison, ni salpêtre, ni nitre ammoniacal, à moins qu'il ne soit entré de l'air commun dans la combinaison.

Il étoit donc évident que l'acide nitreux par sa combinaison avec le mercure, avoit été résolu en deux airs, qui séparément n'étoient point acides; il ne s'agissoit plus que de remêler ensemble ces deux airs, & de voir s'il en résulteroit un acide, & si cet acide seroit celui du nitre. J'ai en conséquence rempli d'eau, un tube qui étoit fermé par un bout, & dont la longueur étoit divisée en portions égales en volume, par un trait de lime; j'ai renversé ce tube ainsi rempli d'eau, dans un autre vase également rempli d'eau; j'y ai introduit sept parties & un tiers de l'air nitreux ci-dessus, & j'y ai mêlé tout-à-la-fois quatre parties de l'air plus pur que l'air commun que j'avois mesurées dans un autre tube séparé (*b*); dans le premier instant du mélange, les onze parties & un tiers d'air ont occupé 12 à 13 mesures, mais l'instant d'après, les deux airs se sont pénétrés, se sont combinés, il s'est formé des vapeurs très-rouges d'esprit de nitre fumant, qui ont été sur le champ condensées par l'eau, & en quelques secondes les onze parties & un tiers d'air ont été réduites à un tiers de mesure environ; c'est-à-dire, à la trente-quatrième partie de leur volume originaire.

L'eau contenue dans le tube, s'est trouvée sensiblement acide à la suite de cette opération, ou plutôt elle n'étoit autre chose qu'un acide nitreux foible; en la saturant d'alkali, j'en ai obtenu du véritable nitre par évaporation.

---

(*b*) Je passe sous silence les tâtonnemens par lesquels je suis parvenu à reconnoître l'exactitude de ces proportions.

Dans la vue d'obtenir l'acide dans un état de concentration plus considérable, j'ai essayé de substituer du mercure à l'eau, c'est-à-dire, de faire le même mélange dans un tube plein de mercure, & renversé dans du mercure, en observant de laisser dans le tube une petite couche d'eau sur le mercure. La pénétration des deux airs a été presque aussi rapide dans cette expérience que dans la précédente, les vapeurs de l'acide nitreux ont été condensées par la petite portion d'eau contenue dans le tube, & en proportionnant bien la quantité d'eau, je suis parvenu, ou à faire de l'esprit de nitre très-fumant &, aussi fort qu'il soit possible de l'obtenir, ou à faire de l'acide nitreux plus foible, & semblable à celui qui avoit été employé originairement dans l'opération. Cette expérience doit être faite avec le plus de célérité qu'il est possible, parce que l'esprit de nitre fumant qui s'est formé & qui se trouve en contact avec le mercure, agit bientôt sur lui, le dissout & reforme de nouvel air nitreux ; cette dernière circonstance fournit encore une preuve de la recomposition de l'acide nitreux.

On remarquera peut-être avec surprise, qu'il faille sept parties & un tiers d'air nitreux, & quatre parties seulement de l'air le plus pur pour composer de l'esprit de nitre, tandis que dans la décomposition de ce même acide par le mercure, on a retiré un peu plus d'air pur que d'air nitreux. Cet effet tient à ce que l'esprit de nitre qu'on obtient dans la décomposition ordinaire du salpêtre par l'argile, contient une surabondance considérable d'air le plus pur, tandis que celui qui résulte de l'expérience ci-dessus, contient un excès d'air nitreux : j'aurai occasion de développer dans d'autres Mémoires ces différens phénomènes, & je me contente d'annoncer ici que la propriété de répandre des vapeurs rouges n'est point une preuve de la concentration de l'acide nitreux, & qu'il est possible d'avoir de l'acide nitreux fumant très-foible, & de l'acide nitreux non-fumant très-fort : ces deux circonstances tiennent uniquement à la proportion des deux airs dont est composé l'acide.

Après avoir fait voir qu'on peut désunir les principes de

l'acide nitreux & les recombinaient, il me reste à faire voir qu'on peut parvenir au même but avec des matériaux qui ne sont pas tous tirés de l'acide nitreux. Au lieu de l'air le plus pur, de celui tiré du mercure précipité rouge, on peut se servir de l'air de l'atmosphère; mais il faut en employer beaucoup davantage, & au lieu que quatre parties d'air pur suffisent pour saturer sept parties un tiers d'air nitreux, il en faut employer près de seize d'air commun: tout l'air nitreux, dans cette expérience, est détruit ou plutôt condensé comme dans l'expérience précédente; mais il n'en est pas de même de l'air commun; il n'y en a pas plus d'un cinquième ou d'un quart d'absorbé, & ce qui reste n'est plus en état d'entretenir la flamme des lumières, ni de servir à la respiration des animaux. Il paroîtroit prouvé d'après cela, que l'air que nous respirons ne contient qu'un quart de véritable air; que ce véritable air est mêlé dans notre atmosphère à trois ou quatre parties d'un air nuisible, d'une espèce de moffette, qui seroit périr le plus grand nombre des animaux, si la quantité en étoit un peu plus considérable. Les funestes effets de la vapeur du charbon sur l'air, & d'un grand nombre d'autres émanations, prouvent encore combien ce fluide est près de la limite, au-delà de laquelle il deviendrait mortel pour les animaux; j'espère être bientôt en état de discuter cette idée, & de mettre sous les yeux de l'Académie les expériences sur lesquelles elle est appuyée.

Il résulte des expériences contenues dans ce Mémoire, que lorsqu'on dissout du mercure dans l'acide nitreux, cette substance métallique s'empare de la portion d'air pur contenue dans l'acide nitreux, & qui constitue son acidité; d'une part, ce métal combiné avec l'air le plus pur, se réduit en chaux; de l'autre, l'acide dépouillé de ce même air, entre en expansion & forme de l'air nitreux; & la preuve que les choses se passent ainsi dans cette opération, c'est que si après avoir ainsi séparé les deux airs qui entroient dans la composition de l'acide nitreux, on les recombine de nouveau, on refait de l'acide nitreux pur, tel qu'on l'avoit auparavant, avec cette différence seulement qu'il est fumant.

L'acide nitreux, tiré du salpêtre par l'argile, d'après cela n'est autre chose que de l'air nitreux, combiné avec un volume à peu-près égal au sien, de la portion la plus pure de l'air, & avec une quantité assez considérable d'eau : l'air nitreux au contraire est l'acide nitreux dépouillé d'air & d'eau. On ne manquera pas sans doute de demander ici si le phlogistique du métal ne joue pas quelque rôle dans cette opération ; sans oser décider une question d'une aussi grande conséquence, je répondrai que puisque le mercure sort de cette opération précisément tel qu'il y étoit entré, il n'y a pas d'apparence qu'il ait perdu ni repris du phlogistique, à moins qu'on ne prétende que le phlogistique qui a servi à la réduction du métal, a passé à travers les vaisseaux ; mais dès-lors c'est admettre une espèce particulière de phlogistique, différente de celle de Stahl & de ses disciples ; c'est revenir au feu principe, au feu combiné dans les corps, système beaucoup plus ancien que celui de Stahl, & qui est fort différent.

Je terminerai ce Mémoire comme je l'ai commencé, en rendant hommage à M. Priestley de la plus grande partie de ce qu'il peut contenir d'intéressant ; mais l'amour de la vérité & le progrès des connoissances auxquelles doivent tendre tous nos efforts, m'obligent en même temps de relever une erreur dans laquelle il est tombé, & qu'il seroit dangereux de laisser accréditer. Ce Physicien justement célèbre, ayant reconnu qu'en combinant de l'acide nitreux avec une terre quelconque, il en retiroit constamment de l'air commun ou de l'air même meilleur que l'air commun, a cru pouvoir en conclure que l'air de l'atmosphère est un composé d'acide nitreux & de terre. Cette idée hardie se trouve suffisamment renversée par les expériences contenues dans ce Mémoire ; il est évident que ce n'est point l'air qui est composé d'acide nitreux, comme le prétend M. Priestley, mais au contraire, l'acide nitreux qui est composé d'air ; & cette seule remarque donne la clef d'un grand nombre d'expériences contenues dans les *Sections III, IV & V du second Volume* de M. Priestley.



## M É M O I R E

## SUR DES SUBSTANCES HÉTÉROGÈNES

*Trouvées dans les Cristaux de roche, les Agates,  
les Opales & les Rubis.*

Par M. FOUGEROUX DE BONDAROY.

LES Naturalistes ont fait connoître des substances étrangères enfermées dans des géodes & des silex : si l'on explique difficilement comment ces corps, d'une nature différente des géodes & des silex, se trouvent enclavés dans ces espèces de pierres, combien ne doit-on pas éprouver de difficultés lorsqu'on veut appliquer ces mêmes raisons aux pierres transparentes d'une grande dureté, & qui offrent une cristallisation aussi régulière que le rubis, le cristal de roche, &c?

À la vérité, suivant M.<sup>rs</sup> Vallérius & Linnée, toutes ces pierres sont dans la classe des vitrifiables ainsi que le silex; l'agate, l'opale, le rubis, le cristal de roche ne diffèrent du silex que par leur netteté, leur pureté, les couleurs vives & tranchées, sur-tout quand ces pierres sont polies; leur dureté & la cristallisation de quelques-unes de ces pierres, font donc, suivant ces Naturalistes, les seules vraies distinctions qui les différencient des silex.

On voit aisément à travers les pierres transparentes les substances étrangères qui s'y rencontrent : aussi beaucoup d'Auteurs en ont-ils parlé, & peut-être quelques-uns se sont-ils trop pressés de nommer les substances que l'œil ou la conformité de figure sembloit leur annoncer devoir être telle ou telle matière, sans avoir cherché à confirmer leurs assertions par des preuves plus décidées.

Daniel Tilas, *histoire des Pierres*, affirme avoir vu du  
*Mém. 1776.*

Rrrr

Présenté  
le 13 Mars  
1776.  
Lu  
le 30 Juillet  
1777.

foin & de la mousse dans une agate : plusieurs ont dit y avoir trouvé des lichens, du creffon, des capillaires, &c. Scheuchzer annonce un cristal où il a vu des poils. Ray, *Topog. obsf. pag. 205*, Aldrovande & plusieurs autres, citent des substances étrangères dans l'agate & le cristal de roche. Kundmann, *Rariora Natura & artis*, nous parle d'une mouche à qui la Nature avoit accordé pour tombeau un rubis. Henckel dit qu'il a trouvé dans le cristal de roche des plantes & des coquilles de mer. Lind, *Lithophil. Brit. n.º 15*, parle d'un cristal de roche où il y avoit des pointes d'oursins, *crystallus echinophori*. Le Cabinet de M.<sup>de</sup> la Présidente de Bandeville offre plusieurs agates qui contiennent des corps marins. D'ailleurs ayant vu dans des pierres d'aigles, ou dans des géodes, des noyaux d'oursins, des coquilles de mer & des madrépores, on ne doit pas être surpris de rencontrer ces mêmes accidens dans l'agate.

Plusieurs Naturalistes s'accordent sur ce qu'ils ont nommé bulle d'eau ce que l'on voit rouler dans l'agate ou le cristal de roche, & il y a à Paris plusieurs de ces pierres transparentes avec cette singularité.

Je me suis trouvé à portée d'observer ce fait dans des opales, & comme il m'a paru un des plus propres à connoître la nature de ces pierres, ou au moins à jeter des lumières sur leur formation, je n'ai pas négligé l'examen des opales que j'avois, qui offroient cette particularité.

L'opale étoit très-estimée des Anciens. L'Histoire rapporte que le Sénateur *Nonius* avoit une opale estimée vingt mille sesterces, & qu'Antoine la lui ayant demandée, *Nonius* préféra l'exil à la lui livrer. Depuis que l'art est parvenu à les imiter si parfaitement que l'on s'y trompe, les factices ayant rendu les opales communes, le mérite des naturelles est presque tombé, & elles ne sont plus recherchées que de ceux qui se donnent à l'étude des pierres.

Je m'acquitte foiblement ici de la reconnaissance que je dois à Dom Guido Vio, Religieux Camaldule à Murano, qui, employant les momens que lui laissent les devoirs de



son état, à l'étude de l'Histoire naturelle, a bien voulu me communiquer plusieurs de ces opales, me faire part du lieu où on les a trouvées, & de différentes circonstances qu'il m'étoit utile de savoir.

Ces opales ont été tirées d'une montagne dans le territoire de Vicence, appelée *monte Berico*. Lorsqu'on trouve ces pierres brutes, il faut les polir pour pouvoir s'assurer si elles offrent quelques singularités : ces opales sont souvent enclavées dans une pierre, que Dom Guido regarde comme pouvant être leur matrice.

Je dois ajouter encore que Dom Guido m'a mis en état de juger avec certitude qu'il y a eu aux environs de Vicence des feux souterrains : les pierres que j'ai prises sur plusieurs de ces montagnes, & beaucoup d'autres que j'ai reçues de ce Religieux, y dénotent la présence des volcans qui y ont existé.

On trouve au mont Bérico la pierre obsidienne de Pline, qui, suivant les observations de feu M. le Comte de Caylus, est une vitrification produite par les volcans, &c. Je rapporte ces observations sans vouloir prétendre que les opales doivent leur origine à des volcans : beaucoup de ces opales n'offrent point de bulle mobile ; & ce n'est que dans la quantité, lorsqu'on les a polies, que la bulle se voit dans quelques-unes.

Ces espèces d'agates perdent, avec le temps, la bulle qui fixe maintenant notre attention ; on pourroit croire que celles-là avoient quelques fentes ou qu'il s'y est formé quelques crevasses qui, donnant issue à l'eau, empêchoit la bulle d'air de s'y mouvoir comme elle le faisoit auparavant.

J'ai exposé ces opales, où l'on n'apercevoit plus le mouvement de la bulle, à une douce chaleur ; je les ai laissées dans de l'eau que j'ai fait long-temps bouillir ; j'ai fait chauffer une de ces opales, & l'ai jetée dans l'eau, sans être parvenu à faire reparoître la bulle. Nonius préféroit la perte de sa liberté à celle de son opale ; j'étois moins avare de mes opales, que je croyois perdre d'une manière utile, si en les détruisant

je pouvois acquérir de nouvelles connoissances : j'ai cassé une de ces opales qui avoit eu une bulle , & qui l'avoit perdue , & j'ai observé qu'elle étoit creuse , & qu'il y avoit dans l'intérieur une jolie cristallisation , mais point d'eau , & aucun conduit ni fente par lesquels cette eau auroit pu s'échapper.

J'ai rompu une seconde opale où je voyois aisément le mouvement d'une bulle , & je me suis assuré qu'elle étoit presque remplie d'une eau claire , limpide , & qui m'a paru insipide. Voici donc comment je crois pouvoir expliquer cet effet app rent dans certaines de ces pierres.

Il est bon de se rappeler que dans les géodes , l'extérieur semble se durcir avant la partie interne , & que la liqueur cristalline , dans l'intérieur des géodes , souvent paroît y avoir formé les beaux cristaux qui s'y rencontrent. Dans les cailloux glaiseux du Dauphiné , c'est dans les fentes & crevasses intérieures , que l'on trouve ces cristaux tendres auxquels on a donné le nom de *diamans*.

Je conjecture que dans les agates , la surface extérieure s'étant durcie la première , l'eau pétisante s'est déposée intérieurement ; cette eau a presque rempli la capacité de ces opales , il est resté une bulle d'air qui a produit le même effet que dans les tubes qui servent de niveau : une preuve que cette bulle est de l'air qui nage dans de l'eau , c'est qu'en tournant la pierre , la bulle , plus légère que l'eau , monte & gagne la partie la plus élevée de la pierre ; si vous la retournez , la bulle , du bas où vous l'avez porté , remonte encore à la partie supérieure de l'agate : la bulle change un peu de forme dans les différens mouvemens qu'on lui fait éprouver ; enfin , ces pierres produisent le même effet que les niveaux d'eau à bulle d'air , & je crois que ceux qui ont parlé de ce fait dans les cristaux , ne l'ont pas expliqué de cette manière , faute d'avoir été à portée d'examiner des pierres où il se rencontroit ; il falloit encore regarder les morceaux d'Histoire Naturelle que nous possédons , comme n'étant que de simples curiosités , s'ils ne nous conduisent pas à augmenter nos connoissances , & compter gagner , si en les perdant & les

brillant, notre instruction en Physique faisoit un pas de plus; enfin, je crois que ceci méritoit plus d'attention que l'on ne lui en avoit jusqu'ici accordé. J'ai vu le même fait dans des morceaux d'ambre; enfin, je l'ai observé dans une partie de glace où il s'étoit rencontré une bulle, que l'on pouvoit faire mouvoir; il est aisé de faire l'application de ce qui vient d'être dit à la même bulle trouvée dans de l'eau que le froid avoit gelée.

Cette eau se dépose avec le temps & forme des cristallisations dans l'intérieur des agates, dès-lors le phénomène disparoit, & je n'ai plus trouvé d'eau dans les pierres qui n'avoient plus de bulle; j'aurois voulu avoir une assez grande quantité de cette eau ou de ce suc cristallin pour la soumettre à différentes épreuves; \* mais rarement les souhaits du Naturaliste sont-ils entièrement satisfaits, il lui reste toujours quelque chose à désirer, & par conséquent de nouvelles connoissances à acquérir. Je crois devoir ajouter ici, qu'au lieu de bulles d'air ou d'eau, je connois des agates qui, dans leur intérieur, renferment des grains de sable qui se meuvent dans ces pierres.

Quant aux plantes & aux insectes, que des Naturalistes ont dit se trouver dans les agates, & sur-tout dans le cristal de roche, n'ayant point été à portée de les y examiner & de les y reconnoître, je n'en parlerai pas, je dirai seulement, que l'on a confondu souvent, & mal-à-propos, des fils talqueux ou d'amiante, enfin, des dissolutions métalliques, avec des poils, des mouffes, des lichens, &c.

---

\* On a présenté à l'Académie des espèces de cailloux qui contenoient beaucoup d'eau, je ne me suis pas trouvé à portée de m'en procurer, & d'ailleurs cette eau n'étoit peut-être pas le vrai suc cristallin.



## N O T I C E S

D'UNE SUITE D'EXPÉRIENCES NOUVELLES,

*Qui font connoître la nature & les propriétés de plusieurs espèces d'air ou émanations aëriiformes, extraites par diverses voies d'un grand nombre de substances.*

Par M. DE LASSONE.

Lû  
le 20 Avril  
1776.  
Remis  
le 3 Mars  
1779.

EN soumettant à l'analyse diverses substances dans les trois règnes de la Nature, pour en développer les principes constituans, la Chimie est enfin parvenue à rendre sensibles & palpables ceux de ces principes qui avoient toujours été regardés comme incoërcibles, parce qu'ils s'échappent en vapeurs imperceptibles, & tout aussi subtiles que l'air même de l'atmosphère: on a fait plus, on a déterminé en quoi diffèrent entr'elles ces émanations aëriiformes, & plusieurs de leurs propriétés distinctives: on a poussé l'industrie des moyens & des procédés jusqu'à faire subir encore à ces espèces d'Infiniment petits de la Nature, après leur extraction & leur séparation des corps, une autre sorte d'analyse qui semble les ramener presque à l'état des élémens les plus simples & les plus purs. C'est ainsi que les rapports & les caractères particuliers de l'air fixe, de l'air inflammable, de l'air déphlogistiqué, de l'air nitreux, commencent à être beaucoup mieux aperçus.

Mais plus il est intéressant pour les progrès de la Physique de découvrir & de fixer la théorie de tous ces phénomènes, qui paroissent tenir de si près aux mystères les plus cachés de la Nature, & aux principes de ses opérations, moins on doit se hâter de tirer des inductions, & de hasarder des systèmes sur tous ces objets; car les vérités fondamentales que l'on recherche ici ne peuvent ressortir que d'une multitude de faits variés, rapprochés & comparés: il faut donc

encore se borner à les multiplier. Ceux dont je vais indiquer les résultats feront connoître plusieurs nouveaux moyens pour obtenir 1.<sup>o</sup> diverses émanations aériennes inflammables; 2.<sup>o</sup> l'air fixe; 3.<sup>o</sup> l'espèce d'air que l'on nomme *déphlogistiqué*, parce qu'il est plus pur à divers degrés que l'air de l'atmosphère.

Par l'exposition toute simple des phénomènes, on comprendra qu'il n'est pas temps, à beaucoup près, de prétendre les expliquer.

Lorsque l'alkali volatil en liqueur, dégagé par l'alkali fixe, dissout complètement le zinc en limaille, opération que j'ai déjà fait connoître, il se dégage un gas aérien très-inflammable, qui fulmine fortement, étant mêlé avec une portion d'air commun. Il faut observer que pour obtenir cet air bien inflammable, il est essentiel que la dissolution soit faite à froid, ou du moins à un degré de chaleur très-foible.

I.<sup>re</sup>  
Expérience.

L'espèce de sel de zinc ammoniacal soyeux, que l'on prépare en faisant évaporer doucement la dissolution précédente, étant mis dans une cornue de verre & poussé à grand feu, fournit, par le moyen d'un appareil convenable, un gas aérien, qui n'est plus que de l'air fixe. Apparemment la portion la plus mobile & la plus subtile de l'alkali volatil, ayant été dissipée par l'effet de l'évaporation, l'air fixe qui paroît être une des principales parties constitutives de l'alkali volatil, attaque le zinc, le dissout, y adhère & y imprime le caractère salin : c'est du moins ce que le résultat de cette expérience autorise à présumer.

II.<sup>e</sup>  
Expérience.

L'alkali volatil en liqueur, dégagé par l'alkali fixe, a pareillement une action bien marquée sur le fer en limaille, beaucoup moindre pourtant que sur le zinc; j'en ai obtenu une émanation aérienne, aussi inflammable qu'avec le zinc.

III.<sup>e</sup>  
Expérience.

Je ferai connoître dans un nouveau Mémoire sur le zinc, la propriété dissolvante que l'alkali fixe caustique exerce sur ce minéral en limaille.

IV.<sup>e</sup>  
Expérience.

Ayant mis dans une fiole de verre mince, bien chauffée auparavant, deux onces d'alkali minéral caustique ou lessive

des Savonniers , préparée avec soin dans mon laboratoire ; & deux gros de limaille de zinc , ce vaisseau fut exactement bouché avec un bouchon de liège , traversé par un tuyau de verre propre à exécuter l'expérience projetée : je laissai digérer à froid environ trois heures ; il parut pendant ce temps quelques bulles sur la liqueur , mais il ne se dégagèa point d'air. Ayant mis ensuite quelques charbons allumés autour de la fiole , l'effervescence devint sensible , & il se dégagèa un gas aërien qui passa dans le récipient rempli d'eau : en continuant le feu , je l'augmentai graduellement jusqu'à ce que la liqueur de la fiole fût bouillante , & qu'il ne passât plus de gas aërien ; le mélange en fournit environ vingt pouces cubiques. Cette espèce d'air est tout aussi inflammable que celui qui est extrait par l'alkali volatil , & détone aussi fortement après avoir été mêlé avec l'air commun.

V.<sup>e</sup>  
Expérience. L'alkali fixe caustique ou lessive des Savonniers , n'agit que foiblement sur le fer en limaille ; cependant , il en dissout une petite quantité avec effervescence ; l'action combinée de ce mélange fournit un gas aërien bien inflammable , & qui détone.

VI.<sup>e</sup>  
Expérience. Les deux faits précédens me surprirent d'autant plus que je m'attendois moins à ces résultats extraordinaires , & en conséquence je crus devoir examiner ce que produiroit avec ces mêmes substances métalliques , l'alkali fixe ordinaire bien pur en liqueur très-concentrée ; l'espèce d'air dégagé de ces mélanges , en les soumettant à l'ébullition par l'application du feu , ne diffère de l'air commun que par un peu plus de pureté : je m'en suis convaincu par l'épreuve avec l'air nitreux ; cet alkali fixe n'ayant absolument aucune action par la voie humide sur le fer ni sur le zinc , lui seul fournit le gas aërien : je m'en assurai par une nouvelle épreuve.

VII.<sup>e</sup>  
Expérience. Deux parties de crème de tartre , & une partie de limaille de zinc , mêlées & humectées avec l'eau distillée , fournirent à un degré de chaleur médiocre , pour mieux favoriser leur action réciproque , un gas aërien , inflammable & détonant.

Deux parties de crème de tartre & une de limaille de fer ,  
humectées

humectées avec l'eau distillée, fournirent, en appliquant un degré de chaleur médiocre, une espèce d'air, qui n'est point inflammable, qui n'éteint point la lumière; en un mot démontré presque entièrement semblable à l'air commun par l'épreuve avec l'air nitreux.

VIII.<sup>e</sup>  
Expérience.

Je refis cette expérience, en ajoutant plus d'eau distillée, & soumettant le mélange à une ébullition continuée; alors j'obtins un gas aérien, auquel je trouvai toutes les propriétés de l'air fixe.

Le résultat de l'expérience répétée une troisième fois, après avoir fait digérer plus long temps le mélange, fut absolument le même; quoique vers la fin de l'opération, la crème de tartre ait été en partie brûlée.

Parties égales de tartre rouge & de limaille de fer, mêlées & traitées par le même procédé, fournirent d'abord un gas aérien, auquel je reconnus les propriétés de l'air fixe; mais ayant reçu séparément, & dans un autre vaisseau, les dernières portions d'air qui se dégageroient, je les trouvai inflammables & détonant fortement après leur mélange avec l'air commun; cette expérience répétée eut le même succès. Il est assez singulier, que cette inflammabilité n'ait ici lieu, que parce que le tartre crud est employé dans le procédé au lieu du tartre dépuré ou crème de tartre: ces deux matières au fond différant très-peu l'une de l'autre.

IX.<sup>e</sup>  
Expérience.

Le vinaigre radical dissout le zinc avec effervescence, l'espèce d'air qui se dégage est très-inflammable, & détone fortement après son mélange avec l'air commun.

X.<sup>e</sup>  
Expérience.

Je m'étois déjà assuré, que l'émanation aérienne fournie par le vinaigre radical seul & sans mélange n'est point inflammable; elle est permanente, quoique l'eau peu-à-peu l'absorbe; elle est à peu-près dans l'état d'air fixe; elle éteint la lumière d'une bougie, à la vérité moins rapidement. Il en résulte toujours, que l'inflammabilité dépend ici essentiellement d'un principe communiqué par le zinc que la dissolution décompose.

Le vinaigre radical dissout le fer beaucoup moins bien; la chaleur est nécessaire pour opérer cette dissolution; l'air

XI.<sup>e</sup>  
Expérience.

dégagé d'abord est très-peu inflammable; les dernières portions dégagées & retenues séparément s'enflamment rapidement & détonent.

XII.  
Expérience.

En distillant les cristaux de verdet à un feu de réverbère dans une cornue de verre, dont le bec plonge dans un vase plein d'eau, & s'insinue sous une cloche ou récipient cylindrique également rempli d'eau, j'ai extrait par cet appareil deux espèces d'air permanent; le premier éteint la flamme d'une bougie que l'on y plonge: mais cette flamme, au moment où elle va s'éteindre, s'allonge beaucoup & paroît colorée en jaune, vert & bleu; la seconde espèce d'air reçue séparément est entièrement inflammable, mais ne détone point; la flamme est d'un beau bleu.

XIII.  
Expérience.

Je crus d'abord qu'en procédant de même avec le sel de Saturne, j'allois avoir des résultats pareils; mais j'appris encore ici par le fait, combien peu l'on doit compter en Physique sur les inductions tirées des simples analogies: j'obtins donc du sel de Saturne, traité comme dans l'expérience précédente, deux sortes d'émanations aëriiformes bien distinctes; l'une opaque, blanchâtre, en forme de nuage; l'autre transparente: ces deux espèces d'air tamisées plusieurs fois à travers l'eau, agitées, lavées, ensuite conservées, ont toujours éteint une bougie allumée, & n'ont point paru avoir le moindre degré d'inflammabilité.

Ces deux dernières expériences doivent être rapprochées des faits consignés dans un Mémoire que j'ai lu à l'Académie en 1773, sur l'analyse du verdet & du sel de Saturne; elles feront connoître plus particulièrement la nature des émanations aériennes, dont j'ai déjà parlé dans le Mémoire indiqué.

XIV.  
Expérience.

Ces gaz aëriens inflammables, j'entends ceux qui sont produits par l'action réciproque du zinc, du fer, de l'alkali volatil, de l'alkali fixe caustique, du tartre crud, du vinaigre radical, & qui détonent fortement par leur mélange avec l'air commun, perdent cette propriété de détoner, & ne sont plus qu'inflammables, quoique mêlés avec l'air commun, quand on ajoute à ce mélange l'air nitreux: la propriété de



détoner n'est au contraire qu'affoiblie lorsqu'on ajoute l'air nitreux à un mélange déjà fait d'air commun & d'air inflammable ordinaire, fourni par la dissolution actuelle du zinc & du fer dans l'acide vitriolique.

Les expériences suivantes, que j'ai faites tant sur les chaux absolues que sur les précipités métalliques, vont présenter des résultats d'autant plus intéressans que l'on remarquera ensuite plusieurs différences essentielles dans les émanations aériennes extraites des mêmes substances uniquement soumises à l'action immédiate des seuls acides minéraux.

Du mélange d'une demi-once de chaux de zinc & d'un gros de poudre de charbon mis dans un canon de pistolet, j'ai extrait au feu de forge quatre-vingt-seize pouces cubiques d'un gas aérien, qui s'enflamme rapidement sans détoner; la flamme en est bleue: cette espèce d'air d'abord permanent se mêle ensuite peu-à-peu avec l'eau, il ne rend pas l'air nitreux rutilant.

X V.<sup>e</sup>  
Expérience.

Deux gros de bleu de Prusse soumis dans un canon de pistolet, à l'action d'un feu de forge, ont fourni plus de trente-quatre pouces cubiques d'air qui s'enflamme sans détoner, en produisant une très-belle flamme bleue.

X V I.<sup>e</sup>  
Expérience.

Ces deux dernières expériences offrent un air inflammable d'un caractère tout particulier; car il ne fait pas la plus petite explosion, pas le moindre bruit en s'enflammant, après son mélange avec l'air commun ou avec l'air déphlogistiqué; d'où il résulte qu'il paroît exister jusqu'à présent deux espèces de gas aériens inflammables bien distincts; l'un qui s'enflamme rapidement avec explosion & grand bruit quand il est mêlé avec l'air commun ou de l'atmosphère, & qui éclate & fulmine encore plus fortement quand il est mêlé avec l'air déphlogistiqué, ou l'air le plus pur; & le second, qui quoique mêlé avec les deux airs précédens, s'enflamme toujours paisiblement & sans bruit.

Or, en considérant attentivement la nature & les propriétés de ces deux espèces d'air inflammable, si différentes par leurs effets, & en rapprochant les phénomènes qu'ils présentent de

ceux que nous offrent si fréquemment dans l'atmosphère certains météores ignés; on est, ce me semble, très-bien fondé à présumer, que de semblables gas aériens, qui sont extraits & développés en si grande abondance dans le vaste laboratoire de la Nature, par les analyses & les synthèses opérées sans cesse sur les substances des trois règnes, & qui selon les temps, les saisons, les lieux & d'autres circonstances, se répandent plus ou moins dans l'atmosphère, seront mis déformais par les Physiciens, au rang des causes les plus immédiates de ces grands phénomènes ignés de la Nature, en concours avec le fluide électrique très-analogue à ces mêmes gas aériens; & qu'ainsi la vraie théorie de ces effets divers sera bien mieux développée.

XVII.  
Expérience.

Une once de *minium*, mis dans un canon de pistolet au feu de forge, s'est très-bien réduit; j'en ai extrait plus de vingt-six pouces cubiques d'un gas aérien légèrement inflammable, & qui éteint la lumière d'une bougie.

L'expérience répétée avec le massicot a eu le même succès.

XVIII.  
Expérience.

J'ai traité par ce même appareil du canon de pistolet exposé au feu de forge, la chaux de cuivre, que l'on obtient 1.<sup>o</sup> des cristaux de verdet après la distillation complète du vinaigre radical; 2.<sup>o</sup> en précipitant par l'alkali fixe le vitriol bleu & la dissolution du cuivre dans l'acide nitreux: ces précipités étant ensuite bien lavés & desséchés, j'ai extrait de toutes ces matières un même gas aérien, qui n'a que les propriétés de l'air fixe.

XIX.  
Expérience.

Le beurre d'antimoine précipité pareillement par l'alkali fixe, lavé ensuite & séché ne fournit aussi qu'un air fixe.

XX.  
Expérience.

Le fer dissout par l'acide nitreux, précipité par l'alkali fixe, bien lavé, séché & soumis dans un canon de pistolet à l'action d'un feu de forge, donne un gas aérien bien différent. Une bougie allumée y brûle paisiblement, sans que la flamme en soit agrandie & rendue plus éclatante; mais comme il absorbe plus d'air nitreux que l'air commun, on peut en conclure qu'il est légèrement déphlogistiqué, ou un peu plus pur que l'air de l'atmosphère.

J'ai obtenu un gas aérien tout pareil au précédent, en traitant par le même procédé le zinc & le cobalt précipités par l'alkali fixe de leurs dissolutions dans l'acide nitreux. XXI.  
Expérience.

De l'argent bien pur dissout dans l'acide nitreux, précipité par l'alkali fixe, lavé, séché & poussé de même à grand feu, j'ai extrait un gas aérien bien déphlogistiqué; car il agrandit la lumière d'une bougie que l'on y plonge, il la rend plus vive & plus éclatante. XXII.  
Expérience.

Pareil résultat avec le mercure préparé, disposé & traité de même. XXIII.  
Expérience.

Voilà d'abord deux nouveaux moyens pour obtenir sans peine l'espèce d'air que l'on appelle *déphlogistiqué*. Les expériences suivantes, exécutées sur les mêmes substances & sur plusieurs autres, mais en n'employant que l'action immédiate & le concours seul des acides, vont exposer un grand nombre d'autres procédés pour extraire plus aisément encore ce même air déphlogistiqué à différens degrés; & l'on verra, que ces faits comparés aux précédens peuvent donner lieu à plusieurs inductions intéressantes: je ne me permettrai que d'en indiquer quelques-unes à la fin de ce Mémoire.

Le meilleur air déphlogistiqué & très-abondant, que M. Priestley ait jamais obtenu, est celui que lui a donné un magma résultant de la dissolution des fleurs de zinc par l'acide nitreux, sans précipitation ni autre disposition ultérieure. Frappé de cette expérience que je répétai, & que je trouvai conforme à tout ce qu'en dit M. Priestley, je crus devoir examiner, si contre l'attente & l'opinion de ce célèbre Physicien, le zinc quoique métallisé, & pourvu de tout son phlogistique, fourniroit aussi le même air déphlogistiqué.

Dans cette vue, je fis dissoudre, par l'acide nitreux, le zinc métallisé; je retins le gas aérien qui se dégage pendant la vive effervescence; je fus surpris, en reconnoissant, que ce n'étoit point de l'air nitreux, mais plutôt de l'air fixe; il éteint la lumière rapidement, & il ne devient point rutilant par son mélange avec l'air commun: je remarquai, qu'après l'avoir lavé & secoué beaucoup dans l'eau, qui en avoit. XXIV.  
Expérience.

absorbé une bonne quantité , il avoit perdu en partie la propriété d'air fixe , car il n'éteignit plus que très-foiblement la lumière d'une bougie ; cette dissolution de zinc , évaporée dans une cornue de verre , acquiert en se concentrant beaucoup une couleur noire foncée , la cornue se remplit de vapeurs très-rouges : lorsque le magma résultant de la combinaison des deux matières est devenu plus épais & presque solide , alors , en exposant la cornue à une chaleur plus forte , il se dégage une quantité fort considérable d'un gas aérien , qui , après avoir traversé l'eau , remplit le récipient où il est reçu , de nuages blancs très-opaques ; mais l'opacité ne tarde pas à disparaître , & la transparence se rétablit : cette espèce d'air tamisé une seconde fois à travers l'eau , & sans être soumis à d'autre lavage , est très-déphlogistiqué , & tout aussi pur que celui qui , par le même procédé , est extrait des fleurs de zinc ; car en agrandissant beaucoup la lumière d'une bougie , il lui donne un grand éclat , & il se fait en même-temps une décrépitation très-sensible ; deux signes certains de la plus grande pureté de cette espèce d'air. Les dernières portions de gas aérien , chassées par un feu plus intense , & reçues séparément , n'avoient plus le caractère d'air déphlogistiqué ; il éteignit la lumière d'une bougie ; mais après avoir été bien secoué & bien lavé dans l'eau , il devint presque aussi pur que l'air commun.

XXV.  
Expérience.

Dans le temps que le fer est dissout avec beaucoup d'effervescence par l'acide nitreux , il s'élève un gas aérien , qui est un véritable air nitreux ; en distillant cette dissolution , on obtient un résidu qui donne aussi par l'appareil de la cornue une bonne quantité d'air très-pur ou bien déphlogistiqué , démontré tel par les épreuves nécessaires. Les dernières portions sont un air moins déphlogistiqué.

XXVI.  
Expérience.

La dissolution d'argent pur dans l'acide nitreux , bien rapprochée , & traitée comme ci-devant au feu de réverbère me fournit une bonne quantité d'air très-bien déphlogistiqué ; j'en obtins bien plus par ce procédé , qu'en opérant sur le précipité d'argent par l'alkali fixe.

Dans le temps que le cuivre pur est dissous par l'acide nitreux, il fournit d'abord un air nitreux, & de la dissolution évaporée, j'ai retiré un air bien déphlogistiqué.

XXVII.  
Expérience.

J'ai eu un pareil résultat avec le bismuth traité de même.

XXVIII.  
Expérience.  
XXIX.  
Expérience.

L'étain est calciné sur le champ par l'acide nitreux; il se dégage par cette première réaction beaucoup d'air qui n'est point nitreux; je l'ai trouvé plus pur que l'air commun: une bougie allumée y brûle très-bien; mêlé avec l'air inflammable, il le rend plus fulminant que ne fait l'air de l'atmosphère. Les portions subséquentes du gas aérien, extrait par un feu plus fort, sont un air beaucoup mieux déphlogistiqué.

J'ai retiré du nitre saturnin, exposé dans une cornue de verre, à un feu de réverbère gradué, beaucoup d'air bien déphlogistiqué.

XXX.  
Expérience.

M. Priestley ayant déjà observé que le nitre mercuriel & le nitre à base de craie ou de terre absorbante, produisent un air parfaitement déphlogistiqué, je me borne à rappeler ici ces deux observations, pour les joindre aux précédentes.

Mais pour compléter la suite de ces faits, j'ai cru qu'il falloit examiner, si de la combinaison, toute imparfaite & superficielle qu'elle soit de l'acide nitreux avec une base de terre vitrescible, j'obtiendrois aussi un air bien déphlogistiqué; dans cette vue, je précipitai par l'acide nitreux, la liqueur des cailloux; après avoir édulcoré ce précipité, je le fis sécher, ensuite je le réduisis en pâte, en ajoutant le même acide, & le séchai de nouveau à petit feu: cette matière me donna, par l'appareil de la cornue, un air très-bien déphlogistiqué, mais en moindre quantité que les substances précédentes. J'ignore si M. Priestley a suivi le même procédé, mais il assure avoir extrait un air bien déphlogistiqué, en traitant l'acide nitreux avec la terre vitrifiable.

XXXI.  
Expérience.

Il est à remarquer, qu'aucun des nitres, traités par les procédés que j'ai exposés, n'a jamais détoné, quoique les cornues de verre qui les contenoient, aient toujours été exposées à l'action immédiate & au contact des charbons embrasés, quoique le feu ait toujours été poussé jusqu'à ramollir

& à mettre en fusion ces vaisseaux , dont quelques-uns en fondant se sont ouverts , & qu'ainsi il y ait eu une libre communication des vapeurs du charbon avec l'intérieur du vaisseau.

Il paroît donc résulter de tous ces derniers faits réunis & comparés, que, pourvu que l'acide nitreux puisse se combiner ou profondément, ou superficiellement, 1.<sup>o</sup> avec les métaux parfaits ou imparfaits, & avec les demi-métaux revêtus de leur forme métallique, ou dans l'état de chaux; 2.<sup>o</sup> avec les terres calcaires ou vitrescibles, on extrait toujours de ces nouveaux mixtes un air plus ou moins déphlogistiqué, qui n'est, selon toutes les apparences, que l'acide nitreux lui-même essentiellement altéré dans sa composition primitive & intrinsèque, en un mot, absolument différent de ce qu'il étoit avant cette modification, ou plutôt ce changement qu'il a souffert.

Mais quoique jusqu'à présent le seul acide nitreux semble contribuer à la formation de l'air déphlogistiqué, doit-on conclure que nul des autres acides ne sauroit donner cette même espèce d'air? j'ai déjà des faits intéressans & bien positifs, qui prouvent au contraire que d'autres acides peuvent aussi, par de semblables altérations intimes, produire un gas aërien du même caractère; & si, par des épreuves répétées & variées, cette vérité importante se trouvoit bien établie, on commenceroit à beaucoup mieux apercevoir les vrais principes qui constituent & qui modifient les différens acides, ces agens du premier ordre dans presque toutes les opérations de la Nature, & dans un très-grand nombre de celles que les Physiciens exécutent dans leurs Laboratoires.



# DESCRIPTION D'UN ENFANT MONSTRUEUX

NÉ À TERME,

*Ayant deux visages sur une seule tête, & deux corps réunis supérieurement, l'un bien & l'autre mal conformés.*

Par M. BORDENAVE.

**Q**UOIQUE la production des Monstres semble ne présenter souvent que des effets bizarres dont les causes sont inconnues, cependant l'observation attentive des faits donne lieu quelquefois de suivre la Nature dans sa marche, & de la surprendre, pour ainsi dire, dans ses productions. C'est sous ce point de vue que l'on doit recueillir les exemples des Monstres; autrement la connoissance que l'on pourroit en avoir, deviendrait stérile, & elle ne mériteroit au plus qu'une admiration, inutile pour le progrès des Sciences. La conformation de celui que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie, & les circonstances qui ont accompagné sa naissance, m'ont paru dignes d'attention & propres à permettre quelques conjectures sur la manière dont il s'est formé.

Là  
le 20 Déc.  
1775.

Une Femme du village de Brunoy, âgée de trente-trois ans, étant dans les douleurs de l'enfantement depuis trois jours, accoucha naturellement, le 23 Juin 1775, du Foetus\* monstrueux dont il est ici question. L'accouchement, quoique long, a été peu laborieux, puisqu'il étoit terminé par les seules forces de la Nature, quand le Chirurgien est arrivé pour secourir la femme. Le cordon ombilical étant peu fort, il a été rompu près de l'anneau pendant l'accouchement, &

---

\* Ce Foetus a été présenté à l'Académie, le 28 Juin 1775.

Mém. 1776.

l'enfant, ainsi qu'on peut le présumer, a cessé de vivre en perdant par-là son sang, faute de secours. Le Chirurgien croyant alors ne devoir s'occuper que du soin de délivrer la femme, fut fort surpris de trouver un second enfant qu'il reçut vivant; il étoit mâle, bien conformé, & a vécu trois jours.

L'examen du Fœtus monstrueux présente une grosse tête à deux faces, régulièrement conformées & placées dans une situation diamétralement opposée; chaque face a deux yeux posés convenablement, un nez, une bouche; les deux oreilles seulement sont un peu antérieures; le petit diamètre de la tête est d'une face à l'autre, & le grand diamètre de l'un à l'autre côté, qui sont recouverts de cheveux, ainsi que le sommet de la tête: en considérant l'un des côtés de la tête, on voit les deux faces de profil (*fig. 1*); chacun des côtés de la tête recouvert de cuir chevelu, contient inférieurement un occipital, au bas duquel on remarque une colonne vertébrale qui répond chacune à un des deux corps dont le sujet est composé; ainsi le cou considéré du côté de l'une & l'autre des faces, est beaucoup plus large qu'il ne devoit être, à raison de la colonne vertébrale située sur chacun de ses côtés.

Le tronc est composé de deux corps réunis dans leur partie supérieure du côté du thorax, ce qui rend la poitrine fort large & fort épaisse; l'un bien conformé, a quatre extrémités; l'autre corps fort irrégulier, est formé par une masse informe adhérente, & ne faisant qu'un avec le thorax de l'autre corps; on y remarque deux extrémités supérieures bien conformées, posées convenablement, & vis-à-vis les deux autres: quant au tronc, il paroît principalement formé par la réunion des deux cuisses en une seule masse; les deux jambes sont de même réunies, & cependant distinctes, ainsi que les deux pieds, auxquels on remarque à chacun cinq doigts bien conformés.

La *figure 1.<sup>re</sup>*, en représentant le dos du corps bien conformé, laisse voir en même temps les deux faces de profil, & les quatre extrémités supérieures.



Fig. 2.

Fig. 1.



La Fig. 1. represente le Dos de l'Enfant bien conforme.

La Fig. 2. est le profil A de la Fig. 1. vu en face.

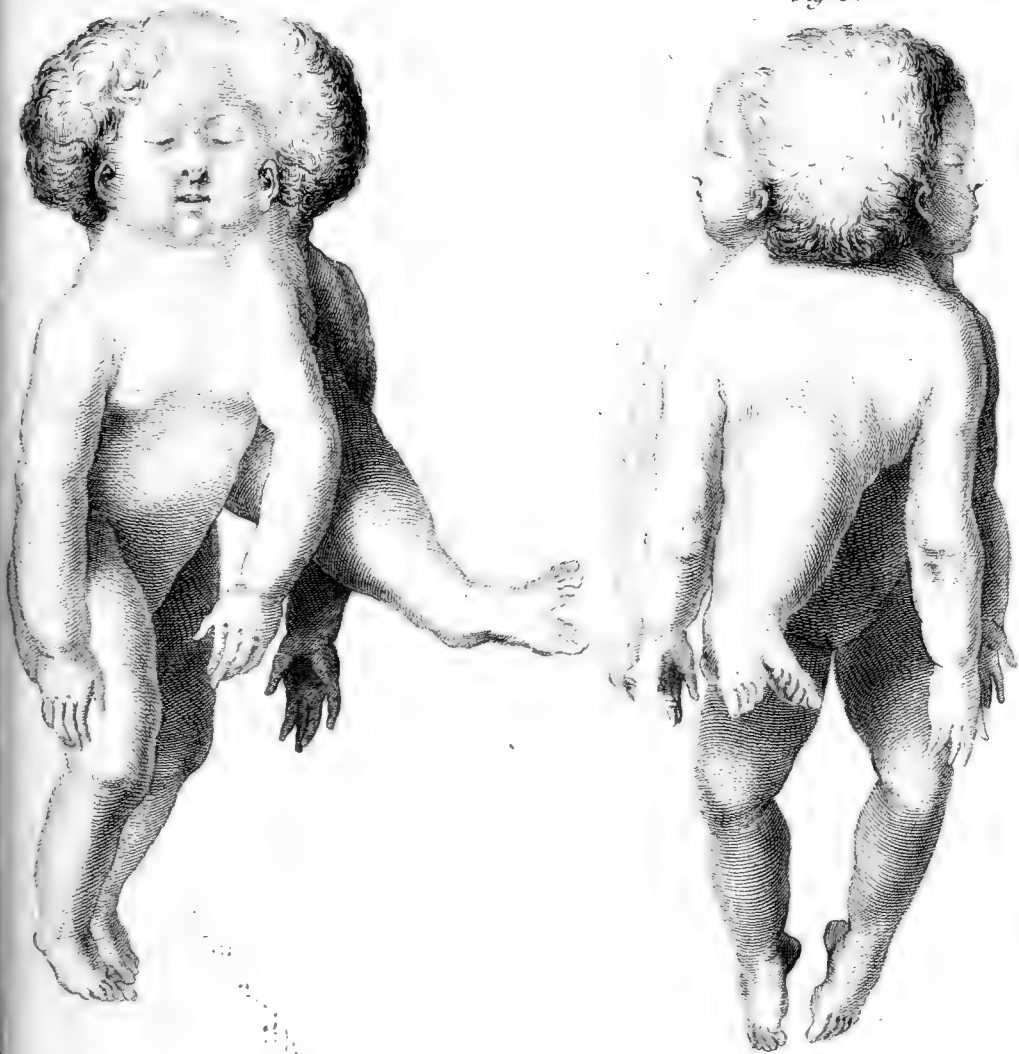
X le G. je

Bier del



Fig. 4.

Fig. 3.



Bur del.

Y &amp; R.

La Fig. 3. est le côté opposé de la fig. 1.  
 La Fig. 4. est le côté opposé de la Fig. 2.



La *figure 2*, en présentant de face le profil droit de la *figure 1*, fait voir les deux corps de côté.

La *figure 3* fait voir de face le côté opposé à la première, & présente les quatre extrémités supérieures, entre deux desquelles on voit antérieurement le tronc irrégulier formé par les extrémités inférieures réunies.

La *figure 4*, présente la face opposée à celle de la *figure 2*, & fait voir les deux corps d'un autre côté.

L'inspection de ce sujet, démontre manifestement la réunion de deux corps; l'un est régulièrement conformé; & l'autre très-irrégulier ne paroît être que le débris d'un corps qui n'a pu se développer complètement. Une conformation semblable ne peut être attribuée à l'imagination, ni donner lieu de penser qu'elle soit le produit d'un œuf originairement monstrueux; il paroît bien plus naturel de croire qu'elle est l'effet de la pression & de divers accidens qu'ont éprouvés deux germes dans le temps de la conception.

On peut présumer avec fondement, que la mère de ce sujet a eu trois germes fécondés à la fois; les exemples de pareille fécondation ne sont pas rares: l'un s'est développé régulièrement, & a donné naissance au fœtus mâle, qui est venu vivant & bien conformé: les deux autres ont éprouvé dans les premiers temps de leur développement, une pression ou telle autre combinaison d'accidens qui a dérangé leur organisation; les germes primitivement distincts se sont rapprochés, ont contracté une union contre nature, & de cette union a résulté une production bizarre, qui ne permet pas de méconnoître la confusion des deux corps, dont chacun s'est développé plus ou moins, selon que ses parties ont plus ou moins conservé leur intégrité.

En considérant ainsi les productions monstrueuses, on reconnoît qu'elles sont presque toujours l'effet de la Nature dérangée dans les premiers temps de la conception; on ne la croira pas susceptible d'écarts, & on sera convaincu qu'elle est uniforme même dans les désordres apparens.



## OBSERVATIONS ANATOMIQUES.

Par M. VICQ-D'AZYR.

## I.

*Sur un corps de forme ovale & rempli de poils, trouvé dans la matrice d'une fille âgée de cinquante-six ans.*

Lû  
1.<sup>er</sup> Déc.  
1776.

UNE Demoiselle, qui avoit toujours joui d'une bonne santé jusqu'à cinquante ans, époque à laquelle ses règles cessèrent de paroître, éprouva un écoulement blanc & limphatique, accompagné de douleurs très-vives dans la région hypogastrique. On employa les bains & les remèdes émolliens, mais inutilement; les douleurs augmentèrent, l'écoulement devint purulent & bientôt sanieux. On apprit, par le toucher, que l'orifice de la matrice étoit dur, squirreux & adhérent du côté droit; des douleurs lancinantes firent soupçonner la disposition cancéreuse: on conseilla l'usage de la ciguë, qui parut soulager d'abord; le mal fit enfin de nouveaux progrès; le marasme survint, & la malade mourut âgée de cinquante-six ans. M. Chevreuil, Médecin d'Angers, a suivi cette maladie dans presque tous ses temps, & il m'en a transmis tous les détails.

L'ouverture du cadavre a offert ce qui suit: le bas-ventre étoit très-tendu & boursoufflé; lorsque les tégumens furent ouverts, il sortit une matière jaunâtre, formée des débris de l'épiploon qui étoit détruit; les intestins, très-distendus, étoient livides; plusieurs de leurs replis adhéroient à la matrice; quelques-uns gangrenés dans leurs adhérences, étoient ouverts dans le vagin, par lequel la malade avoit rendu ses excréments plusieurs jours avant sa mort; la matrice très-distendue, s'élevoit de trois travers de doigt au-dessus du pubis; elle opposa quelque résistance lorsqu'on en fit la dissection, parce

qu'une couche squirreuse & très-dure en recouvroit la partie interne : on y trouva du pus en grande quantité ; mais ce qui mérita le plus d'attention, ce fut un corps étranger qui en étoit recouvert.

Ce corps ovale, dessiné ici de grandeur naturelle, étoit adhérent par une des surfaces, plus à gauche qu'à droite ; à la paroi inférieure de la matrice, & dans le lieu du contact on observa plusieurs boutons cancéreux : on n'a point trouvé dans son épaisseur de substance osseuse, ni de dent, ni aucune autre concrétion semblable à celles dont on parle dans les *Transactions philosophiques*, n.<sup>o</sup> 37 ; dans les *Mémoires de l'Académie Royale des Sciences*, année 1743 ; & dans les *Mémoires de la Société d'Édimbourg*, tome III.

Le corps dont il est ici question, m'a paru composé d'une espèce de pâte, que l'on peut comparer à du fromage mou, entre-mêlée de beaucoup de poils semblables à des cheveux repliés en toutes sortes de sens.

J'ai été curieux d'en développer quelques-uns, & j'en ai trouvé qui avoient plus d'un pied & demi de longueur : vus avec une loupe, ils m'ont paru absolument semblables à des cheveux ; exposés à l'action du feu, ils se sont recourbés de la même manière, & ils ont exhalé la même odeur.

Si l'on consulte les Auteurs qui ont observé des faits à peu-près semblables, on voit qu'ils en diffèrent tous à quelques égards. Le Docteur Targioni a trouvé dans l'uterus une substance athéromateuse avec des dents & des poils ; Stalpart-Vander-Viel a vu un petit os au centre d'une pareille concrétion ; & M. de Haller, page 56, tome VIII de sa *Physiologie*, rapporte qu'une tumeur pleine de poils fut observée près du foie.

Dans la figure 1.<sup>re</sup> on voit la concrétion, présentée en grandeur naturelle, dans la face opposée à son adhérence avec la paroi inférieure de la matrice ; dans la figure 2.<sup>e</sup> on

aperçoit en *a* le lieu de son adhérence; *bbbb* sont des poils qui paroissent à la surface. La *figure 3* fait apercevoir le milieu de la concrétion; l'adhérence paroît en *a*; en *b* sont plusieurs poils dégagés du corps étranger; le centre *d* montre ces mêmes poils entassés les uns sur les autres, & coupés par l'instrument qui a servi à en faire la division: il est facile de voir que la couche blanchâtre a en *c*, c'est-à-dire dans le lieu de l'adhérence, plus d'épaisseur qu'en tout autre endroit.

Dans la *figure 4*, on ne voit que la moitié de la concrétion en *aa*; en *b*, cette moitié est encore divitée en deux, pour en montrer l'intérieur dans tous les sens.

## I I.

*Sur un Sujet dans lequel la grande anastomose qui réunit les deux artères mésentériques, manquoit absolument.*

La communication artérielle qui joint les deux mésentériques l'une avec l'autre, est un des objets les moins variables que présente l'Angiologie. Il n'existe aucune observation dans laquelle cette arcade, dont Eustache a fait mention, & qui a été constamment décrite depuis par tous les Anatomistes, ait manqué de se trouver, soit que l'on ait eu la précaution d'injecter les vaisseaux, soit que l'on n'ait point eu recours à ce moyen. Cette branche d'anastomose est longue; elle suit le méocolon, & s'étend depuis l'artère colique moyenne, qui appartient à la mésentérique supérieure, jusqu'à l'artère colique gauche, qui est un vaisseau de la mésentérique inférieure. J'ai trouvé dans un sujet une disposition toute différente, que j'ai eu l'honneur de mettre alors sous les yeux de l'Académie: le rameau ascendant de la mésentérique inférieure, au lieu de se continuer & de s'étendre jusqu'au rameau colique moyen de la mésentérique supérieure, se recourboit en formant une anse très-considérable vers le tronc artériel qui lui avoit donné naissance; le rameau voisin,



Fig. 2.

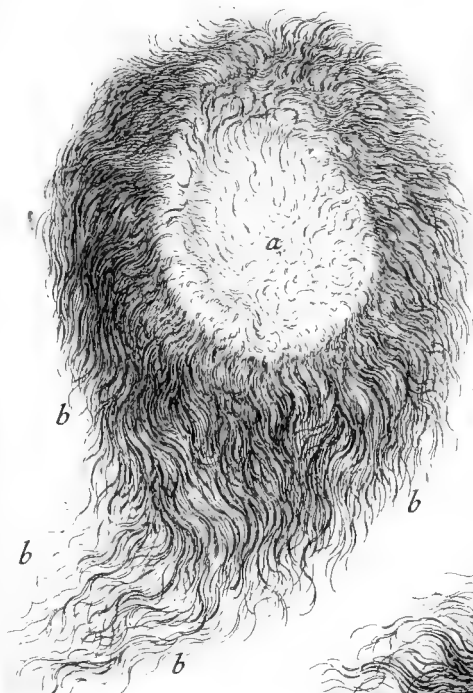


Fig. 1.

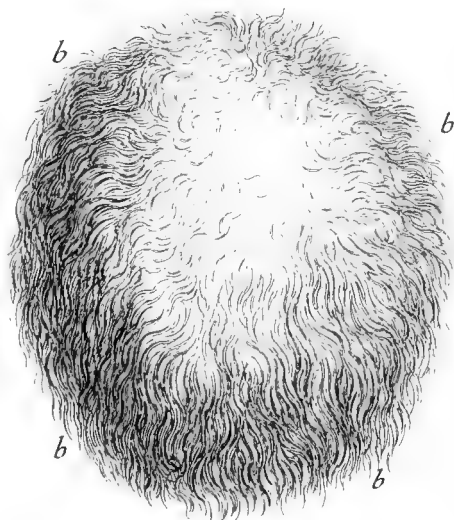


Fig. 4.

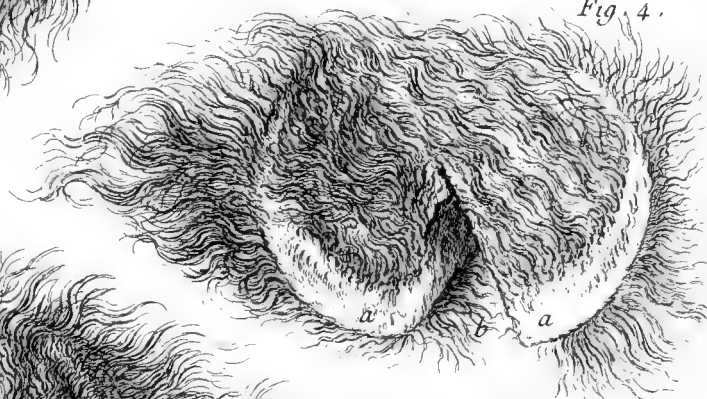
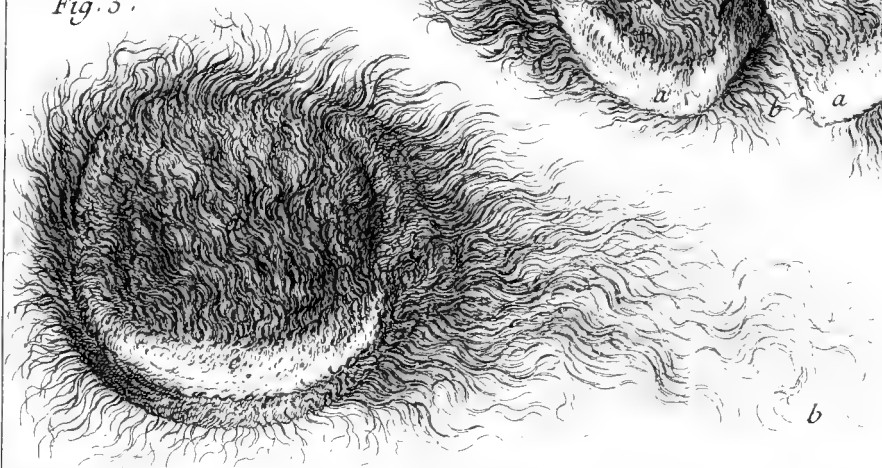


Fig. 3.





appartenant à la mésentérique supérieure, se replioit de même vers le lieu de son origine; d'où il résultoit une double arcade dont les petites artérioles collatérales communiquoient les unes avec les autres, comme dans tout le reste du mésentère, au lieu d'une seule branche d'anastomose, telle qu'on l'observe toujours entre les deux artères mésentériques. Le sujet qui m'a offert cette singularité a été bien injecté, & il m'a servi pour la démonstration des artères dans le cours d'Anatomie que j'ai fait en 1775.

Cette conformation doit être rangée parmi celles qui se présentent le plus rarement dans la dissection.



O B S E R V A T I O N S  
BOTANICO - MÉTÉOROLOGIQUES,  
*Faites au château de Denainvilliers, proche Pithiviers  
en Gâtinois, pendant l'année 1775.*

Par M. DU HAMEL.

A V E R T I S S E M E N T.

**L**ES Observations météorologiques sont divisées en sept colonnes, de même que les années précédentes. On s'est toujours servi du thermomètre de M. de Reaumur, & on part du point zéro, ou du terme de la glace: la barre à côté du chiffre indique que le degré du thermomètre étoit au-dessous de zéro; quand les degrés sont au-dessus, il n'y a point de barre; o désigne que la température de l'air étoit précisément au terme de la congélation.

Il est bon d'être prévenu que dans l'Automne, quand il a fait chaud plusieurs jours de suite, il gèle, quoique le thermomètre, placé en dehors & à l'air libre, marque 3 & quelquefois 4 degrés au-dessus de zéro; ce qui vient de ce que le mur & la boîte du thermomètre ont conservé une certaine chaleur; c'est pourquoi on a mis dans la septième colonne, *Gelée*.

Les Observations ont été faites à huit heures du matin, à deux heures après midi, & à onze heures du soir.

*Nota.* Les Observations du baromètre, à commencer du premier du mois de Janvier, ont été faites sur un baromètre callé sur celui de l'Observatoire, qui est 3 lignes plus haut que celui dont nous servions les années précédentes.

JANVIER.

## JANVIER.

Jours du Mois.	VENTS.	THERMOMÈTRE.			BAROM.	ÉTAT DU CIEL.
		Matin.	Mid.	Soir.		
		Degrés.	Degrés.	Degrés.	pouces lignes	
1.	S.	0.	2.	1.	27. $\frac{1}{2}$	couvert, pluie sur le soir.
2.	N. O.	— 1.	$\frac{1}{2}$ .	1 $\frac{1}{2}$ .	28. $\frac{1}{2}$	beau avec nuages.
3.	S.	0.	1 $\frac{1}{2}$ .	2 $\frac{1}{2}$ .	27. 10 $\frac{1}{2}$	neige & bruine.
4.	O.	3 $\frac{1}{2}$ .	5 $\frac{1}{2}$ .	1 $\frac{1}{2}$ .	27. 9 $\frac{1}{2}$	beau avec nuages.
5.	S. O.	0.	4.	3 $\frac{1}{2}$ .	27. 10 $\frac{1}{2}$	beau avec nuages, le soir pluie.
6.	S. O.	5 $\frac{1}{2}$ .	5 $\frac{1}{2}$ .	3 $\frac{1}{2}$ .	28.	couvert & bruine.
7.	S. O.	1 $\frac{1}{2}$ .	6 $\frac{1}{2}$ .	5 $\frac{1}{2}$ .	28. $\frac{1}{2}$	beau avec nuages.
8.	S.	5 $\frac{1}{2}$ .	6.	6 $\frac{1}{2}$ .	28. $\frac{1}{2}$	couvert & bruine.
9.	S. O.	6 $\frac{1}{2}$ .	7.	6 $\frac{1}{2}$ .	28.	idem.
10.	S. O.	6 $\frac{1}{2}$ .	5 $\frac{1}{2}$ .	5 $\frac{1}{2}$ .	28. $\frac{1}{2}$	temps pluvieux.
11.	S.	4 $\frac{1}{2}$ .	4.	4 $\frac{1}{2}$ .	27. 8 $\frac{1}{2}$	couvert & brouillard.
12.	S. O.	4 $\frac{1}{2}$ .	6 $\frac{1}{2}$ .	2 $\frac{1}{2}$ .	27. 8 $\frac{1}{2}$	pluvieux.
13.	S.	2 $\frac{1}{2}$ .	4 $\frac{1}{2}$ .	3 $\frac{1}{2}$ .	27. 9 $\frac{1}{2}$	couvert.
14.	S.	2.	2 $\frac{1}{2}$ .	1 $\frac{1}{2}$ .	27. 10	couvert & brouillard.
15.	S. O.	0.	2 $\frac{1}{2}$ .	0.	27. 8 $\frac{1}{2}$	couvert & bruine.
16.	S.	$\frac{1}{2}$ .	7.	3 $\frac{1}{2}$ .	27. 9	gelée blanche, beau avec brouillard.
17.	E.	1.	8.	6 $\frac{1}{2}$ .	27. 9	beau avec nuages.
18.	S. O.	6.	6 $\frac{1}{2}$ .	3 $\frac{1}{2}$ .	27. 9	couvert & bruine.
19.	N.	1 $\frac{1}{2}$ .	1 $\frac{1}{2}$ .	0.	27. 8	neige le matin, & l'après-midi couv.
20.	E.	1.	5 $\frac{1}{2}$ .	3 $\frac{1}{2}$ .	27. 7	pluvieux & couvert.
21.	S.	2 $\frac{1}{2}$ .	10.	7.	27. 6	beau avec nuages.
22.	S.	4 $\frac{1}{2}$ .	10.	7.	27. 5	idem.
23.	S.	4 $\frac{1}{2}$ .	10.	6.	27. 6	couvert & bruine.
24.	N.	5 $\frac{1}{2}$ .	4.	— $\frac{1}{2}$ .	28.	brouillard.
25.	N. E.	— 7.	— 4 $\frac{1}{2}$ .	— 6.	27. 11	beau avec nuages.
26.	S.	3.	2.	$\frac{1}{2}$ .	27. 10	neige & bruine.
27.	S.	$\frac{1}{2}$ .	6.	3.	27. 8	beau avec nuages.
28.	S.	4.	7.	4 $\frac{1}{2}$ .	27. 8 $\frac{1}{2}$	beau avec nuages, le soir pluie.
29.	S.	7.	9 $\frac{1}{2}$ .	8 $\frac{1}{2}$ .	27. 8 $\frac{1}{2}$	pluvieux & venteux.
30.	S.	6 $\frac{1}{2}$ .	9.	7 $\frac{1}{2}$ .	27. 8	pluie le mat. ensuite beau avec nuag.
31.	S. O.	5.	8.	7.	27. 7	couvert, venteux & pluie sur le soir.

Mém. 1776.

Uuuu

Jours du MOIS.	VENTS.	THERMOMÈTRE.			BAROM.	ÉTAT DU CIEL.
		Matin.	Midi.	Soir.		
		Degrés.	Degrés.	Degrés.	pouces lignes	
1.	S.	8.	9.	8 $\frac{1}{2}$ .	27. 6	pluie & vent; il a éclairé le soir.
2.	S. O.	4 $\frac{1}{2}$ .	9.	5 $\frac{1}{2}$ .	27. 8 $\frac{1}{2}$ .	beau avec nuages, le soir pluie.
3.	S. O.	7.	10 $\frac{1}{2}$ .	9.	27. 8 $\frac{1}{2}$ .	pluvieux & venteux.
4.	S. O.	9.	10 $\frac{1}{2}$ .	8 $\frac{1}{2}$ .	27. 6	couvert & grand vent.
5.	O.	5 $\frac{1}{2}$ .	5 $\frac{1}{2}$ .	4.	27. 11 $\frac{1}{2}$ .	pluie & vent.
6.	O.	1 $\frac{1}{2}$ .	6.	5.	28. 1 $\frac{1}{2}$ .	gelée blanche, beau avec nuages.
7.	S.	5 $\frac{1}{2}$ .	7 $\frac{1}{2}$ .	7 $\frac{1}{2}$ .	27. 11 $\frac{1}{2}$ .	couvert & bruine.
8.	O.	7.	9 $\frac{1}{2}$ .	8.	27. 7	couvert.
9.	S.	5.	7 $\frac{1}{2}$ .	5 $\frac{1}{2}$ .	27. 7	pluie & grand vent.
10.	S.	3.	7 $\frac{1}{2}$ .	5 $\frac{1}{2}$ .	27. 7	couvert; pluie par ondées.
11.	S.	7 $\frac{1}{2}$ .	9.	8.	27. 2	pluie & grand vent.
12.	S. O.	4 $\frac{1}{2}$ .	5 $\frac{3}{4}$ .	3 $\frac{1}{2}$ .	27. 2 $\frac{1}{2}$ .	beau avec nuages.
13.	E.	2 $\frac{1}{2}$ .	4 $\frac{1}{2}$ .	2 $\frac{1}{2}$ .	27. 1	pluvieux.
14.	S. O.	2 $\frac{1}{2}$ .	6.	1.	27. 5 $\frac{1}{2}$ .	beau avec nuages.
15.	S.	3.	7.	2.	27. 7 $\frac{1}{2}$ .	le mat. bruine; beau avec nuages.
16.	S. O.	0.	7 $\frac{1}{2}$ .	6.	27. 7 $\frac{1}{2}$ .	gelée blanche; beau avec nuages.
17.	S. O.	6 $\frac{1}{2}$ .	8.	3 $\frac{1}{2}$ .	27. 10	beau avec nuages.
18.	S. O.	0.	6.	1 $\frac{1}{2}$ .	28. 1 $\frac{1}{2}$ .	<i>idem.</i>
19.	O.	1.	5.	1 $\frac{1}{2}$ .	28. 3	pluvieux.
20.	O.	0.	9.	3 $\frac{1}{2}$ .	28. 4	beau.
21.	S.	3.	7.	5 $\frac{1}{2}$ .	28. 2 $\frac{1}{2}$ .	beau avec nuages; le soir pluie.
22.	N.	3.	7.	2 $\frac{1}{2}$ .	28. 3 $\frac{1}{2}$ .	beau avec nuages.
23.	S. O.	— 1 $\frac{1}{2}$ .	7 $\frac{1}{2}$ .	2.	28. 2	beau.
24.	S.	1.	8.	3.	28. 1	<i>idem.</i>
25.	S.	0.	9.	3 $\frac{1}{2}$ .	27. 11 $\frac{1}{2}$ .	<i>idem.</i>
26.	O.	0.	6.	4 $\frac{1}{2}$ .	27. 11	<i>idem.</i>
27.	S.	1 $\frac{1}{2}$ .	12 $\frac{1}{2}$ .	5.	28.	<i>idem.</i>
28.	S.	1 $\frac{1}{2}$ .	13.	5.	27. 11 $\frac{1}{2}$ .	<i>idem.</i>

## M A R S.

Jours du Mois.	VENTS.	THERMOMÈTRE.			BAROM.	ÉTAT DU CIEL.
		Matin.	Midi.	Soir.		
		Degrés.	Degrés.	Degrés.		
1.	S.	4 $\frac{1}{2}$ .	12.	7 $\frac{1}{2}$ .	27. 11	beau avec nuages & du vent.
2.	S.	4.	9 $\frac{1}{2}$ .	5.	27. 8	nébuleux, pluie le soir.
3.	S.	2.	6.	2 $\frac{1}{2}$ .	27. 8	beau avec nuages, le mat. brouillard.
4.	S.	1 $\frac{1}{2}$ .	6.	5.	27. 2	pluie & vent.
5.	S.	4 $\frac{1}{2}$ .	6.	4 $\frac{1}{2}$ .	27. 4 $\frac{1}{2}$ .	pluvieux.
6.	S.	3 $\frac{1}{2}$ .	8.	8.	27. 7 $\frac{1}{2}$ .	la mat. beau avec nuages; soir couv.
7.	S.	7 $\frac{1}{2}$ .	10.	5 $\frac{1}{2}$ .	27. 8	pluvieux.
8.	S.	4 $\frac{1}{2}$ .	7 $\frac{1}{2}$ .	5.	27. 9 $\frac{1}{2}$ .	pluie & vent
9.	S.	3 $\frac{1}{2}$ .	10.	7 $\frac{1}{2}$ .	27. 9	beau avec de gros nuages épais.
10.	S. O.	5 $\frac{1}{2}$ .	8 $\frac{1}{2}$ .	4.	27. 11 $\frac{1}{2}$ .	beau avec des nuages; petite pluie.
11.	S. O.	2 $\frac{1}{2}$ .	5 $\frac{1}{2}$ .	7.	27. 8 $\frac{1}{2}$ .	pluvieux le soir; grand vent.
12.	S. O.	7 $\frac{1}{2}$ .	5.	4 $\frac{1}{2}$ .	27. 8	grand vent; pluie mêlée de grêle.
13.	N. O.	3.	7.	1 $\frac{1}{2}$ .	28. 2	pluie par ondées; couvert.
14.	N.	$\frac{1}{2}$ .	5 $\frac{1}{2}$ .	$\frac{1}{2}$ .	28. 4	beau avec nuages.
15.	N.	0.	9 $\frac{1}{2}$ .	2 $\frac{1}{2}$ .	28. 3 $\frac{1}{2}$ .	gelée blanche, beau avec nuages.
16.	N.	$\frac{1}{2}$ .	8.	2 $\frac{1}{2}$ .	28. 2	<i>idem.</i>
17.						
18.	N.		9.	3.	28.	beau.
19.	S. O.	3.	8.	5 $\frac{1}{2}$ .	27. 8	couvert; le soir brume.
20.	N.	5 $\frac{1}{2}$ .	8 $\frac{1}{2}$ .	5.	27. 9	couvert.
21.	S.	5.	5 $\frac{1}{2}$ .	7.	27. 11	couvert; le matin brume.
22.	E.	6.	13.	7.	27. 11	beau avec nuages.
23.	N.	3 $\frac{1}{2}$ .	10.	6.	27. 11 $\frac{1}{2}$ .	beau avec nuages & brume.
24.	N.	2.	9 $\frac{1}{2}$ .	5 $\frac{1}{2}$ .	27. 11	beau.
25.	O.	3 $\frac{1}{2}$ .	9.	6.	27. 8	nuageux.
26.	O.	5 $\frac{1}{2}$ .	6.	2 $\frac{1}{2}$ .	27. 6	couvert & grefil.
27.	N.	$\frac{1}{2}$ .	4 $\frac{1}{2}$ .	0.	27. 8 $\frac{1}{2}$ .	neigeux & grefil.
28.	S. O.	1.	6 $\frac{1}{2}$ .	2.	27. 4	grand vent & grande pluie le soir.
29.	O.	3.	5.	1.	27. 6	le matin grefil; couv. l'après-midi.
30.	S. O.	1 $\frac{1}{2}$ .	6 $\frac{1}{2}$ .	1.	27. 8	beau, nuages & vent volés de neige.
31.	N.	1 $\frac{1}{2}$ .	5 $\frac{1}{2}$ .	1.	27. 9	neige le mat. & beau avec nuages.

## AVRIL.

Jours du MOIS.	VENTS.	THERMOMÈTRE.			BAROM.	ÉTAT DU CIEL.
		Matin.	Midi.	Soir.		
		Degrés.	Degrés.	Degrés.	pouces lignes	
1.	N.	0.	6 $\frac{1}{2}$ .	1 $\frac{1}{2}$ .	28.	gelée blanc. le matin, ensuite beau.
2.	N.	1 $\frac{1}{2}$ .	9.	4.	28. I	beau avec nuages.
3.	O.	2 $\frac{1}{2}$ .	10 $\frac{1}{2}$ .	5.	28.	<i>idem</i> .
4.	O.	3 $\frac{1}{2}$ .	13.	5.	27. II	beau.
5.	N.	5.	10 $\frac{1}{2}$ .	4 $\frac{1}{2}$ .	27. II $\frac{1}{2}$	beau avec nuages.
6.	N.	3.	10.	3 $\frac{1}{2}$ .	27. IO	beau avec nuages & du vent.
7.	N.	3.	13 $\frac{1}{2}$ .	7 $\frac{1}{2}$ .	27. II	<i>idem</i> .
8.	N.	6.	12 $\frac{1}{2}$ .	6 $\frac{1}{2}$ .	28.	<i>idem</i> .
9.	N.	4 $\frac{1}{2}$ .	10.	4 $\frac{1}{2}$ .	27. II $\frac{1}{2}$	<i>idem</i> .
10.	N.	2.	8.	5.	27. IO $\frac{1}{2}$	beau avec gros nuages.
11.	N. O.	5.	9 $\frac{1}{2}$ .	6 $\frac{1}{2}$ .	27. II	couvert.
12.	N. E.	5 $\frac{1}{2}$ .	12 $\frac{1}{2}$ .	5.	28. $\frac{1}{2}$	beau avec nuages.
13.	N. E.	4 $\frac{1}{2}$ .	12.	7.	28. I	<i>idem</i> .
14.	E.	4 $\frac{1}{2}$ .	17 $\frac{1}{2}$ .	6 $\frac{1}{2}$ .	27. IO	beau.
15.	S.	5 $\frac{1}{2}$ .	15.	5 $\frac{1}{2}$ .	27. 9	couvert, pluie sur le soir.
16.	S. O.	4 $\frac{1}{2}$ .	7.	7.	27. 8	pluvieux.
17.	S. O.	9.	11 $\frac{1}{2}$ .	7 $\frac{1}{2}$ .	27. 8	beau avec des nuages.
18.	O.	8.	11.	8.	27. 7	beau avec des nuages & du vent.
19.	O.	7 $\frac{1}{2}$ .	11.	4.	27. 9	bruine le matin, ensuite beau.
20.	N. O.	4.	12 $\frac{1}{2}$ .	5.	27. IO $\frac{1}{2}$	beau.
21.	E.	3.	12.	9.	27. 7 $\frac{1}{2}$	couvert, petite pluie sur le soir.
22.	S.	8.	14 $\frac{1}{2}$ .	8.	27. 7	beau avec nuages, pluie sur le soir
23.	N. O.	5 $\frac{1}{2}$ .	11 $\frac{1}{2}$ .	5 $\frac{1}{2}$ .	27. II	beau avec nuages, pluie par ondées.
24.	N. O.	6 $\frac{1}{2}$ .	10 $\frac{1}{2}$ .	6 $\frac{1}{2}$ .	28. $\frac{1}{2}$	couvert & des vent toiles de pluie.
25.	S. O.	6.	17 $\frac{1}{2}$ .	9 $\frac{1}{2}$ .	28.	beau.
26.	E.	8.	18 $\frac{1}{2}$ .	11.	27. II	<i>idem</i> .
27.	S. E.	8.	23 $\frac{1}{2}$ .	15.	27. II	<i>idem</i> .
28.	S. E.	9.	23 $\frac{1}{2}$ .	16.	27. II	<i>idem</i> .
29.	S. E.	9.	22 $\frac{1}{2}$ .	15 $\frac{1}{2}$ .	27. IO $\frac{1}{2}$	<i>idem</i> .
30.	O.	11.	19.	11 $\frac{1}{2}$ .	28.	beau avec nuages & du vent.



Jours du MOIS.	VENTS.	THERMOMÈTRE.			BAROM.	ÉTAT DU CIEL.
		Matin.	Midi.	Soir.		
		Degrés.	Degrés.	Degrés.	pouces lignes	
1.	N. O.	10.	15.	10.	28. 1	couvert, vent & pluie sur le soir.
2.	N.	9 $\frac{1}{2}$ .	17.	13.	28. 1 $\frac{1}{2}$	beau avec nuag. un peu de pluie le m.
3.	N.	10.	18 $\frac{1}{2}$ .	11.	27. 11	beau avec nuages.
4.	S.	8 $\frac{1}{2}$ .	20 $\frac{3}{4}$ .	11 $\frac{1}{2}$ .	27. 9	beau avec vent sur le soir, tonne loin.
5.	S. O.	10.	18 $\frac{1}{2}$ .	11 $\frac{1}{2}$ .	27. 9	beau avec nuages & vent ; soir pluie.
6.	N. O.	7.	13 $\frac{1}{2}$ .	9.	28.	beau avec nuages & vent voles de pl.
7.	N. O.	7 $\frac{1}{2}$ .	17.	11.	28.	beau avec nuages.
8.	S.	7 $\frac{1}{2}$ .	16 $\frac{1}{2}$ .	10.	28. $\frac{1}{2}$	beau avec gros nuages & pluie.
9.	O.	10.	15.	12 $\frac{1}{2}$ .	28. $\frac{1}{2}$	couvert.
10.	N. O.	12.	14 $\frac{1}{2}$ .	7.	28.	beau avec nuages.
11.	N. O.	6.	14 $\frac{1}{2}$ .	8 $\frac{1}{2}$ .	27. 11	beau avec nuages, gelée bl. le mat.
12.	N.	5 $\frac{1}{2}$ .	15.	7 $\frac{1}{2}$ .	27. 10	beau avec nuages.
13.	N.	8 $\frac{1}{2}$ .	14 $\frac{1}{2}$ .	7.	27. 11	beau avec nuages, gelée bl. le mat.
14.	N.	6.	14 $\frac{1}{2}$ .	7 $\frac{1}{2}$ .	28.	beau avec nuag. gel. bl. & vent.
15.	N.	7.	16.	10 $\frac{1}{2}$ .	27. 10 $\frac{1}{2}$	beau avec nuages.
16.	N. O.	11.	17.	10.	27. 9	<i>idem.</i>
17.	O.	9 $\frac{1}{2}$ .	15.	7.	27. 9	petite pl. le m. l'ap. mid. beau, nuag.
18.	N. O.	7.	12.	6 $\frac{1}{2}$ .	27. 11	beau avec nuages.
19.	O.	4 $\frac{1}{2}$ .	11 $\frac{1}{2}$ .	9.	27. 9	couv. & vent. quelques goutt. d'eau.
20.	O.	5 $\frac{1}{2}$ .	8 $\frac{1}{2}$ .	5 $\frac{1}{2}$ .	27. 11 $\frac{1}{2}$	beau avec nuages & grefil.
21.	N. O.	6.	13 $\frac{1}{2}$ .	6 $\frac{1}{2}$ .	28.	beau avec nuages, gelée blanche.
22.	N.	7.	16.	11.	27. 11	beau avec nu ges.
23.	N.	10 $\frac{1}{2}$ .	18 $\frac{1}{2}$ .	12 $\frac{1}{2}$ .	27. 9	<i>idem.</i>
24.	E.	8.	21 $\frac{1}{2}$ .	12.	27. 8	mat. beau; ap. midi couv. soir pluie.
25.	S. O.	12.	17.	10.	27. 9	mat. beau; après midi pluie & tonn.
26.	S. O.	9.	13 $\frac{1}{2}$ .	7 $\frac{1}{2}$ .	28.	nuages, il est tombé du grefil.
27.	N.	9.	12.	6.	28. 1	grefil, tonne le mat. ap. midi beau.
28.	N.	6 $\frac{1}{2}$ .	13 $\frac{1}{2}$ .	8.	28. 2	beau avec nuag. & vent, gel. bl. mat.
29.	N.	7.	15.	10.	28. 1	beau avec nuages & vent.
30.	N. E.	10.	18.	12.	28. $\frac{1}{2}$	<i>idem.</i>
31.	E.	11.	20.	12.	28. 1	beau avec nuag. brouill. sec ap. mid.

Jours du MOIS.	VENTS.	THERMOMÈTRE.			BAROM.	ÉTAT DU CIEL.
		Matin.	Midi.	Soir.		
		Degrés.	Degrés.	Degrés.	pouces lignes	
1.	N. E.	11.	19.	11 $\frac{1}{2}$ .	27. 11 $\frac{1}{2}$ .	beau.
2.	N.	10.	17.	12 $\frac{1}{2}$ .	27. 10	beau avec nuages.
3.	E.	11 $\frac{1}{2}$ .	21.	12 $\frac{1}{2}$ .	27. 10	idem.
4.	N.	9.	21.	15.	27. 10 $\frac{1}{2}$ .	beau.
5.	N. E.	12 $\frac{1}{2}$ .	21 $\frac{1}{2}$ .	17 $\frac{1}{2}$ .	27. 10	beau avec nuages, éclairs le soir.
6.	N. E.	16.	23 $\frac{1}{2}$ .	16 $\frac{1}{2}$ .	27. 8 $\frac{1}{2}$ .	beau avec nuages, soir pluie & écl.
7.	S. E.	15 $\frac{1}{2}$ .	20.	13 $\frac{1}{2}$ .	27. 8	tonne vers midi, ensuite pl. & nuag.
8.	S.	14 $\frac{1}{2}$ .	21 $\frac{1}{2}$ .	17.	27. 9 $\frac{1}{2}$ .	beau avec nuages.
9.	N. E.	15 $\frac{1}{2}$ .	25 $\frac{1}{2}$ .	17.	27. 8	beau le soir, grand vent & éclairs.
10.	S. E.	13 $\frac{1}{2}$ .	22.	14 $\frac{1}{2}$ .	27. 8 $\frac{1}{2}$ .	beau avec nuages, il a tonné au loin.
11.	S.	13.	19.	12.	27. 9 $\frac{1}{2}$ .	pluie par ondées.
12.	S.	12.	19 $\frac{1}{2}$ .	14.	27. 10 $\frac{1}{2}$ .	beau avec nuages, il a tonné au loin.
13.	S. E.	13 $\frac{1}{2}$ .	22 $\frac{1}{2}$ .	15.	27. 9 $\frac{1}{2}$ .	beau.
14.	S. O.	14 $\frac{1}{2}$ .	24.	15.	27. 9 $\frac{1}{2}$ .	beau avec nuag. tonn. & pl. ap. mid.
15.	N.	12.	20.	15.	27. 9 $\frac{1}{2}$ .	tonnerre & pluie.
16.	N.	14.	20.	16.	27. 9	beau, il a tonné & éclairs au loin.
17.	N. E.	13 $\frac{1}{2}$ .	16.	15.	27. 7	beau avec nuag. pl. par ond. tonn.
18.	N.	12 $\frac{1}{2}$ .	20.	15.	27. 8 $\frac{1}{2}$ .	beau avec nuages.
19.	N.	15.	21 $\frac{1}{2}$ .	15 $\frac{1}{2}$ .	27. 10 $\frac{1}{2}$ .	beau avec brouillard sec le matin.
20.	N.	14.	20.	15 $\frac{1}{2}$ .	27. 10 $\frac{1}{2}$ .	beau.
21.	N.	14.	21 $\frac{1}{2}$ .	13 $\frac{1}{2}$ .	27. 11 $\frac{1}{2}$ .	idem.
22.	N.	14.	22.	16 $\frac{1}{2}$ .	27. 11	idem.
23.	S. O.	13 $\frac{1}{2}$ .	21 $\frac{1}{2}$ .	16.	27. 10	idem.
24.	O.	13.	19.	16.	27. 8	mat. bru. beau avec nuag. & vent.
25.	S. O.	12 $\frac{1}{2}$ .	18.	13.	27. 9 $\frac{1}{2}$ .	matin bruine, ensuite couvert.
26.	N. E.	12.	17.	11.	27. 7 $\frac{1}{2}$ .	pluie sur le soir, il a tonné au loin.
27.	S.	10.	9.	9 $\frac{1}{2}$ .	27. 8	pluvieux & grand vent.
28.	S. O.	13.	17.	12.	27. 8	beau avec nuages & vent.
29.	S. O.	13.	18.	13 $\frac{1}{2}$ .	27. 8	beau avec nuages, pl. le soir & tonn.
30.	S.	12 $\frac{1}{2}$ .	19.	13.	27. 9	beau avec nuages, le soir pl. & écl.

Jours du MOIS.	VENTS.	THERMOMÈTRE.			BAROM.	ÉTAT DU CIEL.
		Matin.	Midi.	Soir.		
		Degrés.	Degrés.	Degrés.	pouces lignes	
1.	S.	13.	18.	13.	27. 9	nuages, le soir pluie.
2.	S.	10.	15.	13.	27. 10	couvert avec bruine, le soir pluie.
3.	S.	11.	18 $\frac{1}{2}$ .	15 $\frac{1}{2}$ .	27. 10	mat. bruine, apr. m. beau avec nuag.
4.	O.	15.	20.	15.	28.	beau avec nuages.
5.	E.	13 $\frac{1}{2}$ .	24 $\frac{1}{2}$ .	18.	27. 9	beau, soir couv. & quel. gout. d'eau.
6.	S.	18 $\frac{1}{2}$ .	19 $\frac{1}{2}$ .	15.	27. 8 $\frac{1}{2}$	variable, le soir tonnerre.
7.	S.	13 $\frac{1}{2}$ .	15 $\frac{1}{2}$ .	12.	27. 9 $\frac{1}{2}$	pluvieux.
8.	S.	13.	18.	13.	27. 9 $\frac{1}{2}$	beau avec nuages.
9.	O.	13.	22 $\frac{1}{2}$ .	17.	27. 10	idem.
10.	O.	17.	23 $\frac{1}{2}$ .	16.	27. 10	idem.
11.	O.	15.	19 $\frac{1}{2}$ .	13 $\frac{1}{2}$ .	27. 10 $\frac{1}{2}$	beau.
12.	S. O.	11 $\frac{1}{2}$ .	19 $\frac{1}{2}$ .	13 $\frac{1}{2}$ .	27. 11	beau, quelq. goutt. d'eau sur le soir.
13.	S. O.	13.	17.	13.	27. 11	matin bruine, ensuite beau.
14.	S.	11 $\frac{1}{2}$ .	14 $\frac{1}{2}$ .	13 $\frac{1}{2}$ .	27. 8 $\frac{1}{2}$	beau avec nuages, le soir pluie.
15.	S.	11 $\frac{1}{2}$ .	19.	12.	27. 9 $\frac{1}{2}$	idem.
16.	S. O.	12.	18.	13.	27. 9	beau avec nuages.
17.	S. O.	11.	17.	13.	27. 10 $\frac{1}{2}$	idem.
18.	N.	13.	21.	13 $\frac{1}{2}$ .	28.	beau.
19.	N.	13 $\frac{1}{2}$ .	21.	14 $\frac{1}{2}$ .	28.	idem.
20.	N.	10 $\frac{1}{2}$ .	22.	15.	27. 10 $\frac{1}{2}$	idem.
21.	N.	13 $\frac{1}{2}$ .	25.	18 $\frac{1}{2}$ .	27. 9	idem.
22.	N. E.	17.	28 $\frac{1}{2}$ .	19.	27. 8	beau, le soir éclairs.
23.	N. E.	17 $\frac{1}{2}$ .	25.	18.	27. 8 $\frac{1}{2}$	beau avec nuag. tonn. & écl. le soir.
24.	S.	16 $\frac{1}{2}$ .	18 $\frac{1}{2}$ .	16 $\frac{1}{2}$ .	27. 10	beau avec nuages.
25.	S. E.	13 $\frac{1}{2}$ .	23.	15.	27. 10	beau.
26.	E.	14 $\frac{1}{2}$ .	25.	18.	27. 8 $\frac{1}{2}$	beau avec nuages, soir tonn. & écl.
27.	O.	14.	22.	16 $\frac{1}{2}$ .	27. 9	beau avec nuages.
28.	S.	14.	19.	13 $\frac{1}{2}$ .	27. 9	beau, tonnerre, pluie & grêle.
29.	S.	13 $\frac{1}{2}$ .	20 $\frac{1}{2}$ .	14.	27. 10	beau avec nuag. pl. parond. & tonn.
30.	O.	11 $\frac{1}{2}$ .	19.	13 $\frac{1}{2}$ .	27. 11 $\frac{1}{2}$	beau avec nuages.
31.	N. O.	12 $\frac{1}{2}$ .	21.	15 $\frac{1}{2}$ .	27. 10	beau.

Jours du MOIS.	VENTS.	THERMOMÈTRE.			BAROM.	ÉTAT DU CIEL.
		Matin.	Midi.	Soir.		
		Degrés.	Degrés.	Degrés.	pouces lignes	
1.	S.	16.	22 $\frac{1}{2}$ .	15.	27. 9	beau avec nuages, & petite pluie.
2.	S.	14.	22.	16.	27. 9	beau avec nuages.
3.	S.	13 $\frac{1}{2}$ .	21.	15.	27. 9	beau avec nuag. quelq. goutt. d'eau.
4.	S.	13.	21 $\frac{1}{2}$ .	13 $\frac{1}{2}$ .	27. 9	beau avec nuages, pluie par ondées.
5.	S.	13 $\frac{1}{2}$ .	21 $\frac{1}{2}$ .	15 $\frac{1}{2}$ .	27. 9	beau avec nuages.
6.	S.	12 $\frac{1}{2}$ .	20 $\frac{1}{2}$ .	15 $\frac{1}{2}$ .	27. 10	<i>idem.</i>
7.	N.	13.	21 $\frac{1}{2}$ .	15.	27. 11	<i>idem.</i>
8.	S.	13 $\frac{1}{2}$ .	20 $\frac{1}{2}$ .	15.	27 10 $\frac{1}{2}$	beau avec nuages, un peu de pluie.
9.	S.	14 $\frac{1}{2}$ .	19.	12.	27. 9	couvert, le soir pluie.
10.	O.	11 $\frac{1}{2}$ .	18 $\frac{1}{2}$ .	13 $\frac{1}{2}$ .	27. 11	beau avec nuages & pluie.
11.	S. O.	12.	21 $\frac{1}{2}$ .	16.	27. 10	beau, gros nuages, & pluie par ond.
12.	O.	13 $\frac{1}{2}$ .	20.	13 $\frac{1}{2}$ .	27. 10 $\frac{1}{2}$	beau avec du vent.
13.	S.	12 $\frac{1}{2}$ .	19.	15.	27. 11	beau avec nuages.
14.	N.	12 $\frac{1}{2}$ .	21 $\frac{1}{2}$ .	14.	27. 11	<i>idem.</i>
15.	S.	12.	21.	15.	27. 10	beau, le soir éclairs.
16.	O.	12 $\frac{1}{2}$ .	21.	13.	27. 11 $\frac{1}{2}$	beau avec nuages.
17.	S. O.	13.	22 $\frac{1}{2}$ .	16.	28. $\frac{1}{2}$	beau.
18.	E.	13 $\frac{1}{2}$ .	25 $\frac{1}{2}$ .	17.	27. 10	<i>idem.</i>
19.	O.	14.	21 $\frac{1}{2}$ .	14 $\frac{1}{2}$ .	27. 10	beau avec vent, le soir éclairs.
20.	O.	14.	22.	13 $\frac{1}{2}$ .	27. 10	beau.
21.	S. E.	11 $\frac{1}{2}$ .	23 $\frac{1}{2}$ .	16.	27. 8 $\frac{1}{2}$	<i>idem.</i>
22.	S.	15.	19 $\frac{1}{2}$ .	13 $\frac{1}{2}$ .	27. 10 $\frac{1}{2}$	beau avec nuages, vent & bruine.
23.	E.	11 $\frac{1}{2}$ .	22 $\frac{1}{2}$ .	16 $\frac{1}{2}$ .	27. 11	beau avec nuages.
24.	N. E.	14 $\frac{1}{2}$ .	24.	16 $\frac{1}{2}$ .	27. 10	beau, petite pluie, tonn. au loin.
25.	S.	14.	18 $\frac{1}{2}$ .	15 $\frac{1}{2}$ .	27. 8	beau, tonnerre, éclairs & pluie.
26.	S.	14 $\frac{1}{2}$ .	20.	12.	27. 8	beau avec nuages, le soir pl. & écl.
27.	S.	9 $\frac{1}{2}$ .	17.	12 $\frac{1}{2}$ .	27. 10	beau avec nuages & du vent.
28.	S.	10 $\frac{1}{2}$ .	19.	15 $\frac{1}{2}$ .	27. 9	beau avec nuages.
29.	S.	14 $\frac{1}{2}$ .	21 $\frac{1}{2}$ .	14 $\frac{1}{2}$ .	27. 9	beau avec nuages, pluie l'ap. midi.
30.	S.	11 $\frac{1}{2}$ .	19 $\frac{1}{2}$ .	13 $\frac{1}{2}$ .	27. 10	beau avec nuages.
31.	S.	11 $\frac{1}{2}$ .	15.	11 $\frac{1}{2}$ .	27. 9	bruine & vent, grosse pluie le soir.

Jours du MOIS.	VENTS.	THERMOMÈTRE.			BAROM.	ÉTAT DU CIEL.
		Matin.	Midi.	Soir.		
		Degrés.	Degrés.	Degrés.	pouces lignes	
1.	S.	9 $\frac{1}{2}$ .	19.	14 $\frac{1}{2}$ .	27. 11 $\frac{1}{2}$ .	beau avec nuages.
2.	S. E.	14.	23 $\frac{1}{2}$ .	15 $\frac{1}{2}$ .	27. 11	beau.
3.	S.	12 $\frac{1}{2}$ .	26.	14 $\frac{1}{2}$ .	27. 11	beau avec nuages, vent & bruine.
4.	E.	12 $\frac{1}{2}$ .	21 $\frac{1}{2}$ .	17.	27. 10 $\frac{1}{2}$ .	beau, le soir éclairs.
5.	S. E.	16 $\frac{1}{2}$ .	27 $\frac{1}{2}$ .	18 $\frac{1}{2}$ .	27. 9	beau.
6.	S. E.	17.	23 $\frac{1}{2}$ .	18 $\frac{1}{2}$ .	27. 9	beau avec nuages, le soir éclairs.
7.	S.	16 $\frac{1}{2}$ .	25 $\frac{1}{2}$ .	20.	27. 8	beau avec nuag. vent & écl. le soir.
8.	S. O.	16 $\frac{1}{2}$ .	21 $\frac{1}{2}$ .	16 $\frac{1}{2}$ .	27. 8	beau avec nuages, bruine & vent.
9.	O.	13 $\frac{1}{2}$ .	18 $\frac{1}{2}$ .	13 $\frac{1}{2}$ .	27. 9 $\frac{1}{2}$ .	beau avec nuages & vent.
10.	S. O.	12 $\frac{1}{2}$ .	22.	14 $\frac{1}{2}$ .	27. 8 $\frac{1}{2}$ .	beau avec nuag. gr. v. pl. & écl. soir.
11.	O.	10 $\frac{1}{2}$ .	15.	9 $\frac{1}{2}$ .	27. 9 $\frac{1}{2}$ .	beau avec nuages & vent.
12.	O.	8.	14.	9 $\frac{1}{2}$ .	27. 10 $\frac{1}{2}$ .	idem.
13.	N. O.	9 $\frac{1}{2}$ .	12 $\frac{1}{2}$ .	10.	27. 7	pluvieux.
14.	S.	9 $\frac{1}{2}$ .	10.	7.	27. 7	idem.
15.	O.	6 $\frac{1}{2}$ .	13 $\frac{1}{2}$ .	10.	27. 6 $\frac{1}{2}$ .	idem.
16.	O.	10.	13 $\frac{1}{2}$ .	11.	27. 9	pluv. mat. apr. midi beau avec br.
17.	S.	7 $\frac{1}{2}$ .	15.	10.	27. 9	beau avec nuages.
18.	S.	9 $\frac{1}{2}$ .	19.	13 $\frac{1}{2}$ .	27. 9 $\frac{1}{2}$ .	idem.
19.	S.	12.	19 $\frac{1}{2}$ .	14.	27. 10	beau.
20.	E.	12 $\frac{1}{2}$ .	22.	15 $\frac{1}{2}$ .	27. 7	beau, le soir éclairs.
21.	S. E.	14 $\frac{1}{2}$ .	18 $\frac{1}{2}$ .	12 $\frac{1}{2}$ .	27. 9	beau avec bruine le matin.
22.	S. O.	9 $\frac{1}{2}$ .	20.	13 $\frac{1}{2}$ .	27. 9	beau.
23.	E.	12.	20 $\frac{1}{2}$ .	14 $\frac{1}{2}$ .	27. 8 $\frac{1}{2}$ .	idem.
24.	E.	11.	20.	14 $\frac{1}{2}$ .	27. 7 $\frac{1}{2}$ .	idem.
25.	E.	12.	19.	14.	27. 7	beau, le soir éclairs.
26.	S.	11 $\frac{1}{2}$ .	20.	14.	27. 8	beau avec nuages, le soir éclairs.
27.	O.	10 $\frac{1}{2}$ .	20 $\frac{1}{2}$ .	13.	27. 9	beau.
28.	N.	10.	20.	13.	27. 8 $\frac{1}{2}$ .	beau avec nuages.
29.	N. E.	9 $\frac{1}{2}$ .	11 $\frac{1}{2}$ .	12 $\frac{1}{2}$ .	27. 8	idem.
30.	E.	10.	19 $\frac{1}{2}$ .	13.	27. 8	idem.

Jours du Mois.	VENTS.	THERMOMÈTRE.			BAROM.	ÉTAT DU CIEL.
		Matin.	Midî.	Soir.		
		Degrés.	Degrés.	Degrés.	pouces lignes	
1.	S. O.	11.	19.	13 $\frac{1}{2}$ .	27 8	beau avec nuages.
2.	S.	11 $\frac{1}{2}$ .	18.	12 $\frac{1}{2}$ .	27. 9 $\frac{1}{2}$ .	couvert & bruine.
3.	S.	10.	14 $\frac{1}{2}$ .	11 $\frac{1}{2}$ .	27. 6	pluvieux & éclairs.
4.	N. O.	11.	12 $\frac{1}{2}$ .	9.	27. 9	pluvieux.
5.	N.	5.	12.	6 $\frac{1}{2}$ .	27. 9	beau avec nuages.
6.	S.	3 $\frac{1}{2}$ .	12 $\frac{1}{2}$ .	9 $\frac{1}{2}$ .	27. 9	beau avec nuages, le soir pluie.
7.	S.	8 $\frac{1}{2}$ .	13.	7.	27. 11	beau avec nuag. matin, le soir pluv.
8.	E.	3 $\frac{1}{2}$ .	12 $\frac{1}{2}$ .	7 $\frac{1}{2}$ .	27. 11	beau.
9.	S. E.	12.	14.	12 $\frac{1}{2}$ .	28.	beau avec nuages.
10.	S.	11 $\frac{1}{2}$ .	16.	10.	28.	pluv. mat. apr. midi beau avec nuag.
11.	S.	5 $\frac{1}{2}$ .	18.	8 $\frac{1}{2}$ .	28. $\frac{1}{2}$ .	beau.
12.	S. O.	6.	16.	11.	27. 11	beau, gelée blanche le matin.
13.	S.	9.	13 $\frac{1}{2}$ .	12.	27. 10 $\frac{1}{2}$ .	beau avec nuages, & bruine le mat.
14.	O.	10 $\frac{1}{2}$ .	12.	8 $\frac{1}{2}$ .	27. 10 $\frac{1}{2}$ .	couvert, le matin pluie.
15.	O.	6.	11.	6.	28.	beau avec nuages.
16.	E.	3 $\frac{1}{2}$ .	12.	6.	28.	beau avec nuages, gelée bl. le mat.
17.	S.	6 $\frac{1}{2}$ .	12 $\frac{1}{2}$ .	9 $\frac{1}{2}$ .	27. 9 $\frac{1}{2}$ .	convert & pluvieux.
18.	S.	9 $\frac{1}{2}$ .	10 $\frac{1}{2}$ .	6.	27. 8	pluvieux.
19.	S.	3 $\frac{1}{2}$ .	10 $\frac{1}{2}$ .	9 $\frac{1}{2}$ .	27. 5	bruine & venteux.
20.	S.	7.	11.	8.	27. 6	beau mat. avec nuag. ap. m. pl. & v.
21.	S. O.	8.	10 $\frac{1}{2}$ .	6.	27. 9	mat. pluv. apr. mid. beau, nuag. & v.
22.	S.	6 $\frac{1}{2}$ .	12.	7 $\frac{1}{2}$ .	27. 8	pluvieux & venteux.
23.	N. O.	5.	10.	6 $\frac{1}{2}$ .	28. 1	beau avec nuages.
24.	S. O.	5 $\frac{1}{2}$ .	8 $\frac{1}{2}$ .	7.	27. 11	beau avec nuages, un peu de pluie.
25.	N.	6.	8 $\frac{1}{2}$ .	1 $\frac{1}{2}$ .	28.	beau avec nuages.
26.	N.	— $\frac{1}{2}$ .	6 $\frac{1}{2}$ .	1 $\frac{1}{2}$ .	28. 1	idem.
27.	N.	1.	6 $\frac{1}{2}$ .	2.	28.	idem.
28.	N.	— $\frac{1}{2}$ .	8 $\frac{1}{2}$ .	6 $\frac{1}{2}$ .	27. 9 $\frac{1}{2}$ .	beau avec nuages, tombe de la pluie.
29.	N.	2 $\frac{1}{2}$ .	8 $\frac{1}{2}$ .	2.	27. 11	beau avec nuages, il a plu la matinée.
30.	N.	0.	8.	2.	28.	beau.
31.	N. E.	— $\frac{1}{2}$ .	5 $\frac{1}{2}$ .	2.	27. 8	couvert.

## NOVEMBRE.

Jours du Mois.	VENTS.	THERMOMÈTRE.			BAROM.	ÉTAT DU CIEL.
		Matin.	Midi.	Soir.		
		Degrés.	Degrés.	Degrés.	pouces lignes	
1.	N.	2 $\frac{1}{2}$ .	8 $\frac{1}{2}$ .	4 $\frac{1}{2}$ .	27. 7	beau avec nuages.
2.	N. E.	4 $\frac{1}{2}$ .	9.	3 $\frac{1}{2}$ .	27. 6	beau avec nuages & vent.
3.	N. E.	3.	6.	3.	27. 6	beau avec nuages; ondées & vent.
4.	N. E.	3.	5 $\frac{1}{2}$ .	4.	27. 5	pluie & vent.
5.	E.	3.	10 $\frac{1}{2}$ .	7.	27. 3	beau avec nuag. brouillard le matin.
6.	S.	4.	11.	8 $\frac{1}{2}$ .	27. 2 $\frac{1}{2}$ .	beau avec nuages; le soir pluie.
7.	S.	7.	9 $\frac{1}{2}$ .	8 $\frac{1}{2}$ .	27. 2 $\frac{1}{2}$ .	<i>idem.</i>
8.	O.	7 $\frac{1}{2}$ .	9 $\frac{1}{2}$ .	6.	27. 6	pluvieux.
9.	O.	5.	9 $\frac{1}{2}$ .	6.	27. 9	beau avec nuages.
10.	E.	2 $\frac{1}{2}$ .	5 $\frac{1}{2}$ .	3 $\frac{1}{2}$ .	27. 10	brouillard très-épais.
11.	S.	3 $\frac{1}{2}$ .	10.	11.	27. 7	temps pluvieux.
12.	S. O.	2 $\frac{1}{2}$ .	10 $\frac{1}{2}$ .	11.	27. 5	nuages & pluvieux.
13.	S.	10 $\frac{1}{2}$ .	12.	10 $\frac{1}{2}$ .	27. 2	temps pluvieux & grand vent.
14.	S. O.	5.	6 $\frac{1}{2}$ .	2.	27. 8 $\frac{1}{2}$ .	grand vent & pluvieux.
15.	S.	0.	5.	3 $\frac{1}{2}$ .	27. 4	couvert, vent & pluie.
16.	S. O.	6.	4 $\frac{1}{2}$ .	1.	27. 7	pluie & grand vent.
17.	O.	1 $\frac{1}{2}$ .	4 $\frac{1}{2}$ .	8 $\frac{1}{2}$ .	27. 4	<i>idem.</i>
18.	S. O.	7.	8 $\frac{1}{2}$ .	3 $\frac{1}{2}$ .	27. 4 $\frac{1}{2}$ .	<i>idem.</i> ; le soir éclairs & tonnerre.
19.	N.	$\frac{1}{2}$ .	3 $\frac{1}{2}$ .	$\frac{1}{2}$ .	27. 11	beau avec nuages & grand vent.
20.	N.	$\frac{1}{2}$ .	2 $\frac{1}{2}$ .	$\frac{1}{2}$ .	28. $\frac{1}{2}$ .	beau avec nuages épais.
21.	N.	3.	0 $\frac{1}{2}$ .	2 $\frac{1}{2}$ .	28. 1	beau avec nuages.
22.	N.	3 $\frac{1}{2}$ .	1 $\frac{1}{2}$ .	1 $\frac{1}{2}$ .	28.	<i>idem.</i>
23.	N.	2 $\frac{1}{2}$ .	1.	$\frac{1}{2}$ .	27. 10	<i>idem.</i>
24.	N.	0.	1.	0.	27. 9	couvert.
25.	N.	0.	1 $\frac{1}{2}$ .	$\frac{1}{2}$ .	27. 9 $\frac{1}{2}$ .	couvert; il a tombé un peu de neige.
26.	N.	0.	2.	$\frac{1}{2}$ .	27. 10	couvert.
27.	N.	0.	2.	$\frac{1}{2}$ .	27. 8 $\frac{1}{2}$ .	couvert.
28.	S. E.	$\frac{1}{2}$ .	3 $\frac{1}{2}$ .	3 $\frac{1}{2}$ .	27. 8	brouillard.
29.	S.	2 $\frac{1}{2}$ .	7 $\frac{1}{2}$ .	7 $\frac{1}{2}$ .	27. 10	pluvieux.
30.	S.	8.	10 $\frac{1}{2}$ .	6 $\frac{1}{2}$ .	28. $\frac{1}{2}$ .	beau avec nuages & brouillard.

716 MÉMOIRES DE L'ACADÉMIE ROYALE  
DÉCEMBRE.

Jours du MOIS.	VENTS.	THERMOMÈTRE.			BAROM.	ÉTAT DU CIEL.
		Matin.	Midi.	Soir.		
		Degrés.	Degrés.	Degrés.	pouces lignes	
1.	S.	4 $\frac{1}{2}$ .	8 $\frac{1}{2}$ .	5.	28.	brouillard & bruine.
2.	S.	2 $\frac{1}{2}$ .	5.	3.	28. 1	idem.
3.	S.	2.	5.	1 $\frac{1}{2}$ .	28. 1	couvert.
4.	S. O.	0.	4.	1.	28. 2	brouillard.
5.	S.	1 $\frac{1}{4}$ .	5.	2.	28. 2	idem.
6.	S.	3.	6.	5.	28. 2	brouillard & bruine.
7.	S.	3 $\frac{1}{2}$ .	5.	4 $\frac{1}{2}$ .	28. 2 $\frac{1}{2}$	couvert & brouillard.
8.	S.	3 $\frac{1}{2}$ .	5.	4 $\frac{1}{2}$ .	28. 1 $\frac{1}{2}$	brouillard.
9.	N.	2.	4.	$\frac{1}{2}$ .	28. 2	couvert.
10.	N.	2 $\frac{1}{2}$ .	4.	— 1.	28. 2 $\frac{1}{4}$	beau avec nuages.
11.	N.	— 4.	0.	— 4 $\frac{1}{2}$ .	28. 3	beau.
12.	N.	6.	— $\frac{1}{2}$ .	3 $\frac{1}{2}$ .	28. 12	idem.
13.	N. E.	4.	0.	3 $\frac{1}{2}$ .	28. 1	beau avec nuages.
14.	S. O.	4 $\frac{1}{2}$ .	1 $\frac{1}{2}$ .	2.	28. 1 $\frac{1}{2}$	couvert & bruine.
15.	N.	0.	2.	1 $\frac{1}{2}$ .	28.	idem.
16.	N.	— 2 $\frac{1}{2}$ .	2.	— 2.	28. 2	beau avec nuages.
17.	N.	5.	— 1 $\frac{1}{2}$ .	3 $\frac{1}{2}$ .	28. 2 $\frac{1}{2}$	beau.
18.	N.	4 $\frac{1}{2}$ .	$\frac{1}{2}$ .	— 2 $\frac{1}{2}$ .	28. $\frac{1}{2}$	idem.
19.	N. E.	— 4.	2.	— 2 $\frac{1}{2}$ .	27. 11	beau avec nuages.
20.	N.	— 4.	$\frac{1}{2}$ .	— 3.	27. 7	beau.
21.	S.	4.	6.	6.	27. 2	pluie & vent.
22.	S.	3.	4.	3.	27. 6 $\frac{1}{2}$	pluie & couvert.
23.	S.	3 $\frac{1}{2}$ .	6 $\frac{1}{2}$ .	3 $\frac{1}{2}$ .	27. 4	pluvieux & venteux.
24.	S.	5.	7 $\frac{1}{2}$ .	6 $\frac{1}{2}$ .	27. $\frac{1}{2}$	pluv. & venteux, le soir il a éclairé.
25.	S.	6.	6.	3 $\frac{1}{2}$ .	27. 3 $\frac{1}{2}$	pluvieux & venteux.
26.	S.	2.	6.	3 $\frac{1}{2}$ .	27. 6	beau avec nuages.
27.	S.	2 $\frac{1}{2}$ .	5.	2 $\frac{1}{2}$ .	27. 9 $\frac{1}{2}$	couvert & bruine.
28.	S. O.	$\frac{1}{2}$ .	3 $\frac{1}{2}$ .	$\frac{1}{2}$ .	27. 8	couvert.
29.	N. E.	$\frac{1}{2}$ .	2.	2.	27. 9	couvert & bruine.
30.	S.	2.	3 $\frac{1}{2}$ .	$\frac{1}{2}$ .	27. 9 $\frac{1}{2}$	beau avec nuages.
31.	S.	$\frac{1}{2}$ .	3 $\frac{1}{2}$ .	2.	27. 11	couvert & bruine.



*Observations sur la variation des Aiguilles des Bouffoles de déclinaison & d'inclinaison.*

On trouve dans le Volume des Mémoires de l'Académie de 1772, seconde partie, page 44, la description de six Bouffoles, quatre de déclinaison & deux d'inclinaison, qui sont établies chacune dans un bosquet distinct du Parc de Denainvilliers; on observe régulièrement tous les jours, entre huit & neuf heures du matin, la variation de toutes ces bouffoles; mais il m'a paru qu'il seroit trop long & superflu de faire imprimer toutes ces observations, & j'ai jugé qu'il étoit suffisant de marquer pour chaque mois les variations extrêmes, & la moyenne de chacune de ces bouffoles, que je désignerai par les numéros *I, II, III, IV, V & VI*, comme je l'ai fait en 1772.

J A N V I E R 1775.

- N.º I.* La déclinaison a varié entre  $20^{\text{d}} 5'$  &  $20^{\text{d}} 7'$ .  
Déclinaison moyenne.....  $20^{\text{d}} 8' 0''$ .
- N.º II.* La déclinaison a varié entre  $19^{\text{d}} 15'$  &  $20^{\text{d}} 30'$ .  
Déclinaison moyenne.....  $19. 52. 30$ .
- N.º III.* Ayant souffert un petit dérangement, je n'en parlerai point.
- N.º IV.* La déclinaison a varié entre  $19^{\text{d}}$  &  $19^{\text{d}} 5'$ .  
Déclinaison moyenne.....  $19. 2. 30$ .
- N.º V.* Cette bouffole d'inclinaison ayant pareillement été dérangée, je n'en parlerai point.
- N.º VI.* L'inclinaison a varié entre  $70^{\text{d}} 20'$  &  $70^{\text{d}} 35'$ .  
L'inclinaison moyenne.....  $70. 27. 30$ .

F É V R I E R.

- N.º I.* La déclinaison a varié entre  $20^{\text{d}} 7'$  &  $20^{\text{d}} 6'$ .  
Déclinaison moyenne.....  $20. 6. 30$ .
- N.º II.* La déclinaison a varié entre  $20^{\text{d}} 10'$  &  $20^{\text{d}}$ .  
Déclinaison moyenne.....  $20. 5. 0$ .
- N.º III.* Dérangée.

# 718 MÉMOIRES DE L'ACADÉMIE ROYALE

N.<sup>o</sup> IV. La déclinaison a varié entre 19<sup>d</sup> 5' & 19<sup>d</sup> 45'.

Déclinaison moyenne..... 19<sup>d</sup> 25' 0".

N.<sup>o</sup> V. Dérangée.

N.<sup>o</sup> VI. L'incl. a varié depuis 69<sup>d</sup> 45' jusqu'à 70<sup>d</sup> 30'.

Inclinaison moyenne..... 70. 7. 30.

## M A R S.

N.<sup>o</sup> I. La déclinaison a varié entre 20<sup>d</sup> 16' & 20<sup>d</sup> 6'.

Déclinaison moyenne..... 20. 11. 0.

N.<sup>o</sup> II. La déclinaison a varié entre 20<sup>d</sup> 5' & 20<sup>d</sup>.

Déclinaison moyenne..... 20. 2. 30.

N.<sup>o</sup> III. Dérangée.

N.<sup>o</sup> IV. La déclinaison a varié entre 19<sup>d</sup> 45' & 19<sup>d</sup> 15'.

Déclinaison moyenne..... 19. 30. 0.

N.<sup>o</sup> V. Dérangée.

N.<sup>o</sup> VI. L'inclinaison a varié depuis 69<sup>d</sup> jusqu'à 69<sup>d</sup> 45'.

Inclinaison moyenne..... 69. 22. 30.

## A V R I L.

N.<sup>o</sup> I. La décl. a varié depuis 20<sup>d</sup> 15' jusqu'à 20<sup>d</sup> 16'.

Déclinaison moyenne..... 20. 15. 30.

N.<sup>o</sup> II. La déclinaison a varié entre 20<sup>d</sup> 10' & 19<sup>d</sup> 50'.

Déclinaison moyenne..... 20. 0. 0.

N.<sup>o</sup> III. Dérangée.

N.<sup>o</sup> IV. Pendant tout le mois 19<sup>d</sup> 15'.

N.<sup>o</sup> V. Dérangée.

N.<sup>o</sup> VI. L'inclinaison n'a pas varié de tout le mois,  
& a été de 69 degrés.

## M A I.

N.<sup>o</sup> I. La déclinaison a varié entre 20<sup>d</sup> 14' & 20<sup>d</sup> 15'.

Déclinaison moyenne..... 20. 14. 30.

N.<sup>o</sup> III. Dérangée.

N.<sup>o</sup> IV. Dérangée.

N.<sup>o</sup> V. De même.

N.<sup>o</sup> VI. L'inclinaison n'a pas varié du mois, & a  
été de 69 degrés.

## J U I N.

- N.° I.* La déclinaison a varié de  $20^{\text{d}} 15'$  à  $20^{\text{d}} 14'$ .  
Déclinaison moyenne.....  $20^{\text{d}} 14' 30''$ .
- N.° II.* La déclinaison a varié entre  $20^{\text{d}} 5'$  &  $19^{\text{d}} 30'$ .  
Déclinaison moyenne.....  $19. 47. 30$ .
- N.° III.* N'a pas varié, & la déclinaison depuis le 1.<sup>er</sup>  
jusqu'à la fin du mois, a été de  $20^{\text{d}} 10'$ .
- N.° IV.* La déclinaison a varié entre  $19^{\text{d}} 20'$  &  $19^{\text{d}} 15'$ .  
Déclinaison moyenne.....  $19. 17. 30$ .
- N.° V.* Dérangée.
- N.° VI.* L'inclinaison a varié entre  $69^{\text{d}}$  &  $68^{\text{d}} 45'$ .  
Inclinaison moyenne.....  $68. 52. 30$ .

## J U I L L E T.

- N.° I.* La déclinaison a varié entre  $20^{\text{d}} 14'$  &  $20^{\text{d}} 12'$ .  
Déclinaison moyenne.....  $20. 13. 0$ .
- N.° II.* La déclinaison a varié entre  $20^{\text{d}} 10'$  &  $19^{\text{d}} 50'$ .  
Déclinaison moyenne.....  $20. 0. 0$ .
- N.° III.* Du 1.<sup>er</sup> à la fin du mois  $20^{\text{d}} 10'$ .
- N.° IV.* La décl. a varié depuis  $19^{\text{d}} 20'$  jusqu'à  $19^{\text{d}} 30'$ .  
Déclinaison moyenne.....  $19. 25. 0$ .
- N.° V.* Dérangée.
- N.° VI.* Du 1.<sup>er</sup> à la fin du mois  $68^{\text{d}} 45'$ .

## A O Û T.

- N.° I.* La déclinaison a varié depuis  $20^{\text{d}} 13'$ ,  $20^{\text{d}} 17'$ ,  $20^{\text{d}} 14'$  jusqu'à  $20^{\text{d}} 21'$ .  
Déclinaison moyenne.....  $20. 16. 15$ .
- N.° II.* La déclinaison a varié entre  $20^{\text{d}} 30'$ ,  $20^{\text{d}} 15'$  &  $19^{\text{d}} 50'$ .  
Déclinaison moyenne.....  $20. 11. 40$ .
- N.° III.* Pendant tout le mois  $20^{\text{d}} 10'$ .
- N.° IV.* La déclinaison a varié de  $19^{\text{d}} 30'$  à  $19^{\text{d}} 20'$ .  
Déclinaison moyenne.....  $19. 25. 0$ .
- N.° V.* Dérangée.
- N.° VI.* Du 1.<sup>er</sup> à la fin du mois, l'incl. a été de  $68^{\text{d}} 45'$ .

## S E P T E M B R E.

- N.º I.* La déclinaison a varié entre  $20^d 17'$  &  $20^d 14'$ .  
Déclinaison moyenne.....  $20^d 15' 30''$ .
- N.º II.* La déclinaison a varié de  $20^d 20'$  à  $19^d 10'$ .  
Déclinaison moyenne.....  $19. 45. 0.$
- N.º III.* La déclinaison a varié entre  $20^d 10'$  &  $20^d$ .  
Déclinaison moyenne.....  $20. 5. 0.$
- N.º IV.* La déclinaison a été entre  $19^d 30'$  &  $19^d 20'$ .  
Déclinaison moyenne.....  $19. 25. 0.$
- N.º V.* Dérangée.
- N.º VI.* Pendant tout le mois, l'inclin. est de  $68^d 45'$ .

## O C T O B R E.

- N.º I.* La déclinaison a varié entre  $20^d 18'$  &  $20^d 17'$ .  
Déclinaison moyenne.....  $20. 17. 30.$
- N.º II.* A varié de  $20^d$  à  $19^d 20'$ .  
Déclinaison moyenne.....  $19. 40. 0.$
- N.º III.* A varié de  $20^d 5'$  à  $20^d$ .  
Déclinaison moyenne.....  $20. 2. 30.$
- N.º IV.* La déclinaison a varié entre  $19^d 30'$  &  $19^d 20'$ .  
Déclinaison moyenne.....  $19. 25. 0.$
- N.º V.* Dérangée.
- N.º VI.* Pendant tout le mois, l'inclinaison à  $68^d 45'$ .

## N O V E M B R E.

- N.º I.* La déclinaison a varié entre  $20^d 17'$  &  $20^d 14'$ .  
Déclinaison moyenne.....  $20. 15. 30.$
- N.º II.* A varié de  $20^d$  à  $19^d 50'$ .  
Déclinaison moyenne.....  $19. 55. 0.$
- N.º III.* Pendant tout le mois  $20^d 5'$ .
- N.º IV.* A varié de  $19^d 40'$  à  $19^d 30'$ .  
Déclinaison moyenne.....  $19. 35. 0.$
- N.º V.* Dérangée.
- N.º VI.* Du 1.<sup>er</sup> à la fin du mois, l'inclinaison est  
de  $68^d 45'$ .

## D É C E M B R E.

## D É C E M B R E.

- N.<sup>o</sup> I. La déclinaison a varié entre  $20^d 14'$  &  $20^d 13'$ .  
 Déclinaison moyenne.....  $20^d 13' 30''$ .
- N.<sup>o</sup> II. A varié de  $19^d 30'$  à  $19^d 50'$ .  
 Déclinaison moyenne.....  $19. 40. 0.$
- N.<sup>o</sup> III. Déclinaison varie de  $20^d 5'$  à  $20^d 10'$ .  
 Déclinaison moyenne.....  $20. 7. 30.$
- N.<sup>o</sup> IV. Déclinaison varie de  $19^d 30'$  à  $19^d 40'$ .  
 Déclinaison moyenne.....  $19. 35. 0.$
- N.<sup>o</sup> V. Dérangée.
- N.<sup>o</sup> VI. Du 1.<sup>er</sup> à la fin du mois, l'inclinaison a  
 toujours été de  $68^d 45'$ .

OBSERVATIONS sur la quantité d'Eau de pluie tombée  
en l'année 1775.

JANVIER.....	0.	11	14 <sup>48''</sup>	} 3 pouc. 2 lignes 37 <sup>48''</sup>
FÉVRIER.....	0.	11	16	
MARS.....	1.	4.	7	
AVRIL.....	0.	3.	39	} 1. 11. 9.
MAI.....	0.	2.	17	
JUIN.....	1.	5.	1	
JUILLET.....	1.	4.	19	} 3. 3. 47.
AOÛT.....	0.	5.	47	
SEPTEMBRE.....	1.	5.	29	
OCTOBRE.....	1.	2.	8	} 3. 10. 17.
NOVEMBRE.....	1.	3.	2	
DÉCEMBRE.....	1.	5.	7	
TOTAL DE LA PLUIE tombée pendant l'année 1775.....				12. 4. 14.

Mém 1776.

Yyyy

*RÉSUMÉ des Observations Météorologiques pour l'année 1775.**F R O M E N S.*

L'année ayant été fort sèche, les pailles ont été courtes, & les grandes chaleurs qui sont survenues subitement lorsque les épis commençoient à se montrer, les ont fort endommagés, ils contenoient beaucoup de petits grains retraits & échaudés; de sorte qu'en général on n'estime la récolte en grains qu'à cinq setiers par arpent, la perche étant de 22 pieds. La moisson ayant été faite par un temps sec n'a pas été fort abondante; il y a eu peu de tas, & beaucoup de terres n'ont rendu que quatre setiers par arpent. Quand on a eu bien criblé les grains pour retrancher ceux qui étoient petits, le reste a été de bonne qualité & aisé à conserver; la grêle a en outre causé des dommages considérables en plusieurs endroits. Après la moisson, le setier de grains se vendoit trente-cinq livres.

*A V O I N E S & O R G E S.*

Les avoines ont formé leurs grappes presque au sortir de la terre: ainsi elles ont peu donné de paille, néanmoins les premières faites ont fourni passablement de bons grains; mais celles qui ont été semées tard ayant fait deux levées, ont peu donné de grains, à quoi il faut ajouter les désordres de la grêle aux endroits où il en est tombé; de sorte que, toutes compensations faites, elles ont à peine rendu cinq setiers, mesure de froment, par arpent: il faut excepter quelques endroits où il a passé des pluies d'orages qui ont été favorables à tous les grains, sur-tout aux orges & aux avoines.

*S A F R A N S.*

La récolte des safrans a été médiocre; néanmoins immédiatement après, la livre de safran sec ne valoit que dix-huit livres, à cause des guerres du Nord; mais étant survenu

des gelées qui ont fait du tort aux oignons, le prix a beaucoup augmenté.

*V I N S.*

On a commencé les vendanges avec le mois d'Octobre; les vignes ont rendu l'une dans l'autre environ quatre pièces l'arpent; le vin a peu bouilli dans les cuves où il a resté assez long-temps, &, contre les apparences, il s'est trouvé fort en couleur & de bonne qualité.

*G R O S L É G U M E S.*

La récolte des pois, des vesces, des fèves, même des navets, a été médiocre.





## MESSIEURS DE LA SOCIÉTÉ

*Royale des Sciences établie à Montpellier, ont envoyé à l'Académie le Mémoire suivant, pour entretenir l'union intime qui doit être entre elles, comme ne faisant qu'un seul Corps, aux termes des Statuts accordés par le Roi au mois de Février 1706.*

## TROISIÈME MÉMOIRE

SUR

## LE VERT-DE-GRIS.

Par M. MONTET.

28 Avril  
1779.

UN nouveau moyen de préparer le Vert-de-gris, moyen dû au hasard, premier auteur de la plupart des découvertes, va faire le sujet de ce Mémoire : c'est ici la suite d'un travail que j'avois entrepris il y a vingt-huit ans, sur cette préparation qui se fait en grand dans cette ville & aux environs.

Avant que d'entrer en matière, je rapporterai ce que m'ont dit des personnes dignes de foi : Une femme de Saint-André, diocèse de Lodève, village éloigné de Montpellier de six lieues, faisoit du vert-de-gris; il y a environ deux ou trois ans, que donnant à son âne du marc de raisins à manger, elle en laissa tomber par mégarde sur quelques plaques de cuivre; le marc couvrit les plaques, qui furent oubliées; quelques jours après, ayant voulu ramasser le marc de raisins, elle trouva au-dessous les lames de cuivre enduites



d'une couche de vert-de-gris : frappée de cette observation, cette femme mit bientôt en usage le marc de raisins , qui lui réussit très-bien ; son procédé , suivi par d'autres personnes, gagna de proche en proche : ce n'est qu'à la fin de l'année dernière ( 1778 ) qu'on a commencé pour la première fois à Montpellier à préparer le Verdet, par cette méthode. L'année a été très-favorable ; nos vins ont été excellens , & la récolte dans le bas Languedoc , sur les côtes de la mer , a été en général très-abondante : ainsi , le marc a été supérieur en force , & il n'a pas manqué.

J'ai cru qu'ayant décrit avec assez d'étendue l'art de faire le vert-de-gris , dans deux grands Mémoires imprimés dans les volumes de 1750 & 1753 , de l'Académie des Sciences de Paris , il étoit de mon devoir de rendre compte des découvertes sur cet objet, postérieures à cette époque , & des changemens faits par ceux qui s'occupent de cette préparation.

Je diviserai ce Mémoire en deux parties ; dans la première, j'exposerai la manière dont on emploie le marc de raisins pour faire le vert-de-gris ; dans la seconde , je m'étendrai sur les qualités que doit avoir le marc de raisins pour y être employé , & les inconvéniens qu'il y auroit à le conserver toute l'année pour faire cette préparation. Je proposerai ensuite mes vues particulières sur tous ces objets.

## P R E M I È R E P A R T I E.

**L**ES Ateliers où l'on suit cette méthode sont encore en petit nombre ; j'en ai visité plusieurs , j'ai suivi toute l'opération , & voici comment l'on y procède. On choisit du marc de raisins rouges , soit avec la grappe , soit sans grappe (a) ; il

(a) Quand on vendange à Montpellier & aux environs, on ôte la grappe aux raisins avant de les fouler , tandis qu'à Meze , Marcillan & dans les Sevnnes , &c , on laisse la grappe quand on foule le raisin ; ces deux moyens , selon les Fabricateurs du verdet , n'in-

fluent en rien sur cette préparation : il est indifférent , selon eux , que le marc soit avec la grappe ou sans grappe, je pense néanmoins que la raie peut influer sur la conservation du marc , comme je le dirai en son lieu.

doit être d'une couleur rosacée, d'une odeur agréable, & ne point sentir le moisi ; les morceaux de ce marc qui ont noirci & où l'on aperçoit la moindre moisissure doivent être rejetés : dès que ce marc a les qualités que je viens d'indiquer, on en remplit, à deux ou trois pouces près, le vaisseau de terre dont a coutume de se servir pour faire le verdet par l'autre méthode, & qui se trouve décrit dans mon premier Mémoire ; il entre plus ou moins de marc dans ce pot, suivant sa grandeur, qui n'est pas toujours la même, la différence peut aller de quinze à trente livres ; on couvre le vaisseau de son couvercle, & on laisse plusieurs jours ce marc sans le visiter (tous ces pots sont toujours placés à la cave ou au rez-de-chauffée) ; dès que l'on s'aperçoit que le marc s'échauffe légèrement, on y veille de près ; cette chaleur se fait apercevoir plus tôt ou plus tard, suivant l'exposition de la cave plus ou moins chaude, la force du marc, le degré de chaleur ou du froid de l'atmosphère : quelquefois la fermentation s'opère dans trois ou quatre jours, d'autres fois il en faut douze ou quinze & même jusqu'à vingt-quatre. Les phénomènes de cette fermentation sont à peu-près les mêmes que dans celle qu'opèrent les rasses mêlées avec le vin (b), il y a cependant quelques circonstances qui tiennent à la nature du marc, & que nous exposerons dans la seconde partie de ce Mémoire.

Cette opération se nomme toujours *aviner*, comme celle où l'on auroit employé du vin ; dès que l'on aperçoit que la petite chaleur cesse, que le dessous du couvercle est un peu mouillé, & qu'ensuite il se dessèche, on a un des indices que le marc a cessé de fermenter ; mais voici d'autres moyens encore plus sûrs. On prend une poignée de ce marc, non de la couche supérieure, mais des inférieures, & en plongeant la tête dans le vaisseau, on sent si l'odeur est forte, pénétrante, agréable, analogue à celle de l'éther à laquelle je l'ai comparée, c'est un indice que le marc est prêt pour couvrir ; mais le moyen le plus certain c'est de mettre le soir sur le marc une plaque

---

(b) Voyez les volumes de l'Académie, années 1750 & 1753.

de cuivre, que l'on va visiter le lendemain, & si alors cette lame est couverte assez uniformément sur les deux surfaces d'une légère couche de verdet, c'est un signe non équivoque qu'il faut couvrir.

J'ai remarqué sur plusieurs pots ou *oules*, que lorsque la fermentation acéteuse s'opéroit ou s'achevoit, il suintoit à travers les pots un peu d'eau qui annonçoit la décomposition du vin contenu dans le marc; souvent le rebord du vaisseau est mouillé, phénomène qui n'arrive pas toujours; dans d'autres pots il ne paroît aucune sorte d'humidité sur les surfaces extérieures des pots.

Dès que le marc de raisins est dans l'état que je viens d'exposer, on retire le marc du pot & on le jette dans un autre pot vide ou dans une corbeille, & tout de suite on procède à mettre couche par couche les lames de cuivre & le marc de raisins, observant de mettre la première couche de marc; l'épaisseur du marc qu'on applique sur chaque lame de cuivre ne va pas à un demi-pouce, & la dernière couche est toujours de marc. Cette dernière opération s'appelle *couver*: les phénomènes que j'ai observés ne diffèrent en rien de ceux qui s'opèrent par l'autre procédé. Voilà pourquoi je ne rappellerai point les précautions qu'il faut prendre, elles sont détaillées fort au long dans mes deux Mémoires sur cette matière, que l'on peut consulter.

J'y ai dit que l'on visitoit de temps en temps les lames de cuivre qui sont au haut du pot, pour voir si leurs surfaces laissent apercevoir des points blancs (ce que les femmes qui font le verdet, appellent *cotonner*) qui ne sont qu'une cristallisation qui annonce que l'opération du couvage est finie, & qu'il faut mettre les lames de cuivre au relais, autre opération que l'on peut voir aussi dans les deux Mémoires déjà cités, & dont il seroit inutile de répéter la description, parce qu'elle est la même dans ce procédé. J'ai trouvé que les cristallisations que j'ai aperçues sur les plaques de cuivre formées par la dissolution du cuivre opérée par l'acide le plus pénétrant qui s'élève du marc de raisins, au couvage,

étoient les mêmes que celles que j'ai décrites dans mon second Mémoire sur le Vert-de-gris.

Les lames de cuivre du couvage sont portées au relais. Je ferai observer que lorsque j'écrivis mes deux Mémoires sur le Vert-de-gris, il y avoit quelques particuliers qui le mouilloient au relais avec la vinaïsse ou avec du vin, aujourd'hui on ne le mouille qu'avec de l'eau; je trouve que cette méthode n'a rien de répréhensible, par les raisons qui seront exposées dans la seconde partie.

Par cette méthode de préparer le vert-de-gris avec le marc de raisins, on place le double de plaques de cuivre dans les pots, ce qui est un avantage considérable pour le Fabricant (c): les rasses, par leur forme, occupent plus de place; voilà pourquoi dès que l'on a bien dirigé l'opération avec de bon marc de raisins, on a communément pour chaque pot cinq livres & jusqu'à cinq livres & demie; tandis qu'avec le vin on ne pouvoit en avoir au plus que trois livres, & cela même étoit fort rare; il falloit avoir employé des vins fort généreux & de la première qualité; il falloit aussi que toutes les autres circonstances eussent concouru au succès de l'opération.

## S E C O N D E P A R T I E.

C'EST un principe certain que les vins d'une bonne qualité, & qui ont le double avantage d'être abondans en esprit ardent & d'être assez bien colorés, donnent toujours un marc analogue à la liqueur qui en est provenue. En général, les vins du bas Languedoc qui sont provenus des vignes situées près de notre mer ou des terres qui l'avoisinent, à la distance de trois ou quatre lieues, donnent plus ou moins, suivant la nature du terrain, des vins généreux propres à fournir par la distillation beaucoup d'eau-de-vie; tandis que ceux qui avoisinent les montagnes, comme par exemple, celles des Sevennes

---

(c) Le plus considérable sera de ne pas employer du vin; le plus haut prix du marc de raisins n'excédera jamais d'un quart le prix du vin, quelque bas qu'il soit.

sont de petits vins délicats, peu colorés, bons à boire, tournant aisément à l'aigre, sur-tout dans les grandes chaleurs, quoiqu'on les tienne dans des endroits frais; ceux-ci ne donneroient par la distillation que peu d'esprit, & ne seroient pas propres, non plus que le marc qui en proviendrait, à faire le vert-de-gris; le peu qu'ils en donneroient ne payeroit pas le travail.

Presque tout le marc des raisins des campagnes des environs de Montpellier, & sur-tout des grosses fermes ou métairies, ne s'emploie qu'à faire de la piquette pour les Valets, les Payfans qui cultivent la terre, & toute cette classe d'hommes si utiles en boivent jusqu'à Pâques; c'est qu'ordinairement on proportionne l'eau que l'on jette sur le marc pour faire de la piquette, suivant la quantité de vin que l'on a recueilli, & on la fait plus ou moins forte suivant les années; si la récolte a été mauvaise, cette liqueur s'en ressent, parce qu'il faut toujours une certaine quantité de cette boisson suivant le nombre des personnes nécessaires aux travaux de chaque ferme, & que la piquette doit tenir lieu de vin presque jusqu'à la fin du printemps: il ne seroit pas possible dans les grandes chaleurs de notre climat, de la conserver, même dans les lieux les plus frais: on sait que celle qui contient moins d'eau est toujours meilleure que celle qui en a en surabondance, quoiqu'on la fasse cuver long-temps sur le marc; par exemple, cette année (1778) la piquette est excellente, parce que le marc a été très-abondant & très-fort, j'entends qu'il n'y avoit pas une surabondance d'eau, la sécheresse ayant été extrême, & les vendanges s'étant faites sans pluie.

Le marc de raisins qui a servi à faire de la piquette & qui a été au pressoir, ne sauroit être employé ni à faire du verdet ni à distiller, étant privé, par cette opération, d'esprit ardent; on le donne encore dans cet état dans les Sevrènes à manger aux cochons; aux environs de Montpellier, dans les campagnes, on le jette sur le terrain voisin de la maison, pour servir de fumier, & pour faire manger, en hiver, les poules & les pigeons, qui avalent les pépins qui y sont

contenus, dont on pourroit tirer une huile, par expression, comme on le pratique à Parme.

A Montpellier, le plus grand nombre des habitans qui ont des vignes ne font point de piquette ; ils vendent le marc de raisins pour faire de l'eau-de-vie, usage qui, comme je l'ai dit dans une de nos Assemblées publiques, ne remonte guère qu'à une douzaine d'années. On pourra présentement employer le marc à deux usages, à distiller & à la préparation du vert-de-gris : il y a d'autres villes & villages dans les diocèses d'Agde, Béziers, &c, qui sont dans cet usage, de distiller le marc : presque tout le terroir de Meze, Marcillan, &c, petites villes du diocèse d'Agde, est planté en vignes ; les vins qu'on fabrique dans toute cette contrée est pour l'étranger ; il y en a immensément, c'est une fontaine de vin, si je puis m'exprimer ainsi ; ils ont par conséquent beaucoup de marc pour faire de la piquette & pour distiller. Ceux qui ont adopté à Montpellier la nouvelle méthode de faire le verdet avec le marc, en ont fait venir de Meze, distante de Montpellier de six lieues, pour en avoir une certaine provision. Il est bon de dire un mot de l'état où l'on trouve le marc de raisins que l'on achète des particuliers : dès qu'on a ôté le marc du pressoir, on le met dans la cuve de pierre ou de bois, ou bien dans un coin du cellier où on l'amoncelle, c'est de-là que les acheteurs le prennent pour distiller ou pour faire le vert-de-gris.

La conservation de ce marc, pour le garder une partie de l'année sans qu'il s'altère par deux nouvelles fermentations successives, soit pour faire de l'eau-de-vie ou pour être employé à faire du verdet, est toujours très-difficile, par les raisons que nous allons exposer. Les marcs des raisins ne sont pas tous également bien pressés, cette pression est cependant très-essentielle pour les conserver intacts un assez long temps, & sans qu'ils s'altèrent en aucune manière ; si le marc n'est pas assez pressé, si quand on le manie, il mouille tant soit peu les doigts, ce marc ne peut se conserver long-temps ; employé tout frais, il est supérieur à ceux qui sont secs, principalement

pour faire de l'eau-de-vie ; dans cet état, ce marc étant entassé en gros volume & exposé à l'air, il passe fort aisément à la fermentation acide. Les Brûleurs d'eau-de-vie qui distillent le marc, doivent s'empresier de le distiller vite après la récolte, suivant que le temps est plus ou moins chaud, sans quoi ils ne retireroient de leur marc qu'une eau-de-vie très-acide.

Le marc qui est assez bien pressé, dont les grains se laissent détacher aisément en le maniant, sans laisser aucune humidité sur la main, peut se conserver plus long-temps que le premier, en le tenant bien fermé dans la cuve ou dans des tonneaux bien fermés & mis dans un endroit frais à l'abri de l'action de l'air ; mais la saison peut favoriser encore sa conservation sans qu'il se fasse aucun mouvement intestinal dans ses parties constituantes ; le grand froid, la gelée, le vent du Nord retardent infiniment cette fermentation spontanée, dont tous les corps de cette nature sont si susceptibles, principalement le marc de raisins dès qu'il se trouve amoncelé à grands tas.

Il seroit plus avantageux pour la préparation du vert-de-gris, d'employer le marc de raisins dans le temps froid, que quand les chaleurs se feront sentir ; il sera très-difficile, malgré toutes les précautions que l'on pourra prendre, de le conserver, sur-tout celui que l'on fera venir de loin ; il faut pour le transporter qu'il soit mis dans des tonneaux ; si la saison ne favorise pas, que le vent du Sud règne, tout est perdu ; ce vent humide & chaud mettra en mouvement le marc, la fermentation acide s'ensuivra, & peut-être avant son arrivée à sa destination sera-t-elle passée, quoiqu'elle se fasse plus lentement dans le marc que dans le liquide. Voici une observation qui vient à l'appui de ce que je viens d'avancer. J'étois chez une Dame qui fait préparer le vert-de-gris avec le marc, elle avoit fait acheter à Meze plusieurs grands tonneaux remplis de marc qu'elle avoit reçus au commencement du mois de Février, & qui se trouvoient placés dans une cour à l'entrée de sa maison : je touchai par hasard,

extérieurement , avec la main , un de ces tonneaux qui pouvoit contenir dix à douze quintaux de marc ; je le trouvai chaud , & j'avertis cette Dame que son marc de raisins étoit en pleine fermentation, ne pouvant décider si c'étoit la fermentation acide ou la putride ; mon incertitude à cet égard ne dura pas long-temps ; la chaleur , quoiqu'examinée extérieurement sur le bois , me parut si forte , que je ne doutai plus qu'elle ne fut l'effet de la fermentation putride : pour voir si je ne me trompois point , on défonça le tonneau , & il s'exhala aussitôt de la première couche de ce marc une vapeur épaisse sentant le moisi , & qui remplit tout le vestibule de la maison (je ferai remarquer que le vent étoit Sud-est) ; nous étions enlévelis dans cette vapeur ; j'y plongeai ma tête sans ressentir la moindre incommodité : le lieu où cette vapeur se répandoit étoit obscur ; une chandelle qu'on avoit allumée ne s'éteignit point ; on voit par-là que cette vapeur n'étoit pas mal-saisante ; point de gas inflammable ou acide ; on y exposa la chandelle allumée , sans que la vapeur prît feu ; point de mofettes , puisque nous n'en fumes pas incommodés.

Il paroît par ce que je viens d'exposer , que la fermentation putride & acide du marc de raisin ne laisse rien échapper de nuisible pour l'homme ; il n'y a que la fermentation spiritueuse qui est dangereuse pour ceux qui s'y exposent. Ce marc étoit si chaud dans le tonneau qu'ayant voulu y plonger la main un peu profondément , je fus obligé de la retirer bien vite pour n'être pas brûlé : cette chaleur subsista plusieurs jours dans cette grande masse de marc , & à mesure qu'on en tiroit une couche , il s'en exaloit une vapeur très-épaisse. Ce marc étoit devenu noir , comme toutes les matières végétales entassées le deviennent par la fermentation putride , elles se résolvent ensuite par le laps du temps en terreau.

Je distillai au bain-marie de ce marc pour voir de quelle nature seroit la première liqueur qui en proviendrait , elle s'éleva très-aisément ; mais je n'eus qu'une liqueur vapide , sentant le moisi , verdissant légèrement le sirop violat : les



différentes fermentations qu'avoit subies ce marc avoient décomposé la partie spiritueuse, ensuite l'acide, & il n'étoit resté qu'une liqueur fade, platte, donnant quelques indices d'alkali volatil. Le marc qui a subi la fermentation putride & qui a noirci, est rejeté avec raison par ceux qui préparent le verdet; on ne s'en sert que pour du fumier.

On voit, par ce que je viens de rapporter, que les marcs de raisin que l'on gardera long-temps pour les employer successivement à préparer le vert-de-gris, seront sujets à se gâter; le moindre petit morceau de marc un peu ferré & un peu humide, qui se trouvera mêlé & enséveli dans du marc qui se détache aisément, qui est en grosse masse dans un tonneau ou ailleurs, peut servir de levain, & mettre tout en mouvement en excitant une fermentation dans toute la partie du marc contenue dans le tonneau, & si on n'est pas attentif à veiller sur cette fermentation qui sera acide, elle passera bientôt lorsqu'il sera amoncelé en gros tas à la putride, & pour lors tout le marc sera perdu.

J'ai observé que lorsque dans un tonneau rempli de marc, la fermentation acide étoit établie, il falloit diviser ce marc dans les oules ou pots où l'on fait le verdet; par cette manœuvre on ne perd point son marc, on le veille de manière que dès que la fermentation est au point requis par les moyens donnés dans la première partie de ce Mémoire, on avine sans délai. Si on laissoit parcourir tous les degrés de la fermentation acide dès qu'elle a commencé, dans une masse de marc contenue dans un tonneau qui en tiendrait de six à douze quintaux, les couches inférieures de ce marc supposées toujours dans l'état fermentescible, pourroient, par la seule pression des couches supérieures & par le défaut de la circulation de l'air, passer à la putride; or, dans ce cas on se dépêche, & pour bien employer son marc, on a soin de le trier pour ne pas mettre dans les pots ce qui est moisi.

Je rapporterai à la suite de tous ces faits quelques observations analogues que je fis dans une autre Fabrique de verdet. La Dame du logis, au moment où j'entrâi, faisoit

remplir , par une domestique, les pots ou oules de verdet de marc de raisin , que l'on retiroit d'un tonneau exposé au rez de chaussée, auprès de la porte d'entrée de la maison ; à mesure qu'on vidoit le tonneau , on séparoit les petits morceaux de marc qui étoient noirs & moisis ; j'examinai ce marc , je ne le trouvai pas extrêmement coloré, je plongeai ma tête dans le tonneau, je trouvai l'odeur très-agréable & assez forte, comme quand les raffles & le marc sont prêts à recevoir les lames de cuivre au couvage. Mon soupçon se changea bientôt en certitude ; je pris de ce marc , je le distillai sur le champ au bain-marie , pour voir si le premier produit seroit spiritueux ou acide , expérience certaine pour déterminer si la liqueur contenue dans le marc est décomposée pour former un autre produit. La première liqueur que j'obtins étoit purement acide, ne s'enflammant point, d'où je conclus que la fermentation acide étoit à son point ; & pour m'en assurer encore mieux, je mis le soir , sur une partie de ce marc que j'avois laissé à part dans un vaisseau de terre, une lame de cuivre, & le lendemain je la trouvai enduite sur toutes ses surfaces d'une légère couche de verdet, ce qui indique que le marc & les raffles sont prêts à recevoir les lames de cuivre.

Je fis part à cette Dame de mes observations ; elle employa sans perdre de temps tout le marc de ce tonneau ; elle en remplit ses pots & couva dans trois jours. Il est donc bien certain que plus le marc de raisin sera gardé, amoncelé à grand tas , plus il sera exposé à passer insensiblement d'une fermentation à l'autre , nous en avons dans cette observation un exemple sensible ; il y avoit près de quatre mois que le marc étoit sorti du pressoir, & successivement la fermentation acide s'y étoit faite, en sorte que pour peu qu'on eût tardé, la putride auroit succédé ; les morceaux de marc noircis & moisis que l'on rejetoit, en fournissent la preuve la plus complète ; ils auroient servi de levain pour infecter toute la masse.

Il suit de tout ce que l'on vient d'exposer , que plus le

marc de raisin vieillira, ou s'éloignera de l'époque de la vendange, plus il sera sujet à se gâter, si, comme je l'ai déjà dit, tout ne concourt pas à sa conservation; le local, le temps froid, le vent du Nord sont des préservatifs pour un temps. Le transport de ce marc, de lieux éloignés de la Fabrique, est un grand obstacle à sa conservation, sur-tout si le temps ne favorise pas; plus on changera, plus on remuera le marc de raisin d'un endroit à l'autre, plus cette action mécanique répétée, jointe à la chaleur de l'atmosphère, développera la fermentation; pour éviter ces inconvéniens, il faut le faire transporter dès que le vent du Nord soufflera.

Au reste, toutes les fois que l'on trouvera du marc à acheter dans le lieu même où l'on prépare le verdet, il faut le préférer à celui qui vient de loin, sans compter que l'on épargnera les frais du transport.

Le marc de raisin qui contient la grappe est également bon pour faire le vert-de-gris; cette grappe s'imprègne alors des différentes fermentations de tous les dissolvans du cuivre contenus dans le marc de raisin, & d'ailleurs, elle est un des agens fermentatifs; dès que l'on mêle couche par couche les lames de cuivre avec le marc dont on n'a pas ôté les raffles, les lames de cuivre sont plus en l'air, si je puis m'exprimer ainsi, elles ne s'entassent pas tant, & peuvent par-là favoriser un peu plus la dissolution du cuivre.

Les expériences en grand pourront un jour nous instruire plus parfaitement sur tous ces objets. Pour empêcher le marc de se gâter, je voudrois qu'il fût employé dans l'espace de trois ou quatre mois au plus, à compter du jour qu'il sort du pressoir: pour cela, il faudroit faire les pots ou oules plus grands au moins du double; on m'objectera peut-être que la pesanteur du cuivre pourroit être un obstacle en entassant trop par le nombre de lames de cuivre, le marc ou les raffles, & que l'action de l'air & du dissolvant volatil contenu dans le marc ou les raffles qui attaque le cuivre par une très-grande affinité seroit gênée; cette objection seroit

peu fondée. Ce métal ne pèse sur un corps, comme ceux-ci, que lorsqu'il n'est pas divisé & qu'il est en grosses masses. Il y auroit encore un autre moyen pour éviter cet inconvénient; ce seroit de faire le vert-de-gris dans des caisses d'un demi-pouce ou d'un pouce d'épaisseur, leur donner la forme d'une maye à pétrir, avec un bon couvercle qui ferme exactement; sous cette forme on ne craindroit pas que les lames de cuivre pesassent trop, il entreroit beaucoup de lames sur la longueur des caisses; de cette manière on emploïroit beaucoup de marc de raisin à la fois, & par-là, on empêcheroit qu'il ne se gâtât, dès que la fermentation acide est en train dans une grande masse de marc.

On pourroit encore m'objecter que l'évaporation & l'imbibition du dissolvant du cuivre seroit beaucoup plus grande dans le bois que dans les vaisseaux de terre: je pense que ces caisses une fois imbibées, ce qui seroit l'affaire de quelques mois, tout seroit fini; mais comme cette opération se fait à la cave, il pourroit arriver qu'à la longue le bois se pourriroit; mais l'on peut y remédier en employant le bois de chêne qui résiste long-temps à l'humidité.

J'ai dit, dans la première Partie de ce Mémoire, que tous ceux généralement qui préparent aujourd'hui le vert-de-gris, mouilloient les lames de cuivre au relais avec de l'eau, qu'on ne pouvoit blâmer cet usage, qui ne seroit préjudiciable qu'autant que l'on y mettroit l'eau avec surabondance: dès qu'on le porteroit trop humide au Bureau du poids du Roi, l'Inspecteur qui est préposé pour que cette matière ne s'altère pas par d'autres corps étrangers, dont nous avons parlé dans nos premiers Mémoires, s'il trouvoit le verdet un peu trop mouillé lorsqu'on l'expose en vente, le seroit étendre sur des draps, pour le faire sécher jusqu'au point requis par l'usage & par les réglemens.

En mouillant avec de l'eau les lames de cuivre, lorsqu'elles sont au relais, on ne fait qu'étendre la dissolution qu'a fait l'acide végétal au couvage; elle augmente bien peu la dissolution du cuivre, attendu que le sel neutre qui s'est formé

au

au couvage par l'acide du vinaigre avec la base métallique, est avec le moins d'acide possible; l'eau fait gonfler cette dissolution ainsi que le sel neutre, qui est fortement adhérent à la lame de cuivre qui forme ces points blancs, indice le plus certain pour ôter les lames du couvage, pour les mettre aux relais, dont j'ai parlé dans mes premiers Mémoires. Ce sel se sépare très-distinctement de la partie colorante du cuivre, & ce qui le prouve démonstrativement, c'est que si on laisse au couvage trop long-temps les lames de cuivre, toute la surface de la lame qui a été attaquée par l'acide végétal se dépouille de la partie colorante du cuivre, & laisse à nu ce sel blanc, cotonneux, qui forme différentes cristallisations décrites dans mon second Mémoire, & qui est un sel neutre à base métallique, décoloré: l'eau avec laquelle on mouille les lames de cuivre étend ce sel, le détache de la lame, & se mêle par la position des lames, soit de champ ou de plat avec la partie colorante étendue sur la partie supérieure de la lame de cuivre, & qui couvroit le sel dont je viens de parler. Voilà pourquoi les lames de cuivre qui ont resté le temps requis au relais, & qu'on a toujours mouillées avec de l'eau, se raclent plus aisément & n'adhèrent pas tant à la lame que lorsqu'elles ont été mouillées avec la vinaisse, qui est un acide de vinaigre, lequel fait au relais une nouvelle dissolution de cuivre, & étend moins que l'eau la première dissolution.

Je rapporterai à la suite de ce Mémoire quelques phénomènes observés sur la partie colorante du cuivre, & sur le sel qui se forme lorsque les plaques de cuivre sont au couvage. J'ai dit dans mes premiers Mémoires, que la partie colorante du cuivre se sépareroit au couvage, si on y laissoit les lames de cuivre trop long-temps, & laisseroit à nu la partie blanche, cotonneuse, qui forme les différentes cristallisations que j'ai décrites, & qui sont d'un goût sucré, comme le sel de Saturne: si on choisit parmi les lames de cuivre qui sont au haut du pot, lorsqu'on les a laissé bien dépouiller au couvage de toute la partie colorante (supposant toujours que l'opération

du vert-de-gris a été bien faite) les plus belles cristallisations, sur-tout celles qui ont la figure d'un hérisson de châtaigne, & qui sont bien apparentes & bien relevées: si on ne fait qu'enlever avec la pointe d'un couteau ou avec une petite pince la partie supérieure de la petite pointe de chaque cristallisation, qui est blanche & dépouillée entièrement de toute la partie colorante, & si l'on a la patience d'en ramasser une vingtaine de grains, qu'on les fasse dissoudre dans un peu d'eau distillée, & que l'on verse quelques gouttes d'alkali volatil sur cette dissolution, la couleur bleue ne paroît point; mais cette expérience ne réussit qu'autant que l'on prend toutes les précautions que je viens d'indiquer: si on enlevoit toute la cristallisation & sur-tout la partie inférieure qui tient à la lame de cuivre, on enlèveroit quelque petite portion de cuivre ou de verdet non-décoloré, pour lors, l'alkali volatil feroit paroître la couleur bleue, quand il n'y en auroit qu'un atome.

Ceci prouve bien que l'acide végétal dans l'opération du couvage, attaquant le cuivre, en sépare la partie colorante en formant un sel neutre avec la terre métallique décolorée avec laquelle il a plus de rapport, à moins qu'on ne pense que l'acide en dissolvant le cuivre, fait une espèce de calcination, & que la partie colorante du cuivre qui paroît grasse, si je puis m'exprimer ainsi, s'en sépare dans cette dissolution ayant moins d'affinité avec l'acide; phénomène qui me paroît bien singulier. Le cuivre est caché en ce que l'alkali volatil ne fait pas paroître la couleur verte, & que la partie colorante s'en sépare.

J'avois dit dans mes deux premiers Mémoires, donnés il y a plus de vingt-cinq ans, que la vinaisse qu'on jetoit pourroit être employée en la distillant dans de grands alambics de cuivre bons à faire en grand de la céruse, du sel de Saturne & du verdet distillé; néanmoins, il s'est écoulé un grand nombre d'années, sans que personne s'avisât d'employer utilement cette vinaisse, quoique j'eusse mis suffisamment sur la voie; tant il est vrai que les Arts ne se perfectionnent que lentement! Ce n'est que depuis quelques années qu'on

a établi dans cette ville une Fabrique de sel de Saturne & une de verdet distillé; on faisoit un secret de cette dernière Fabrique, mais on vient d'en établir trois autres. On fait qu'autrefois on ne tiroit le verdet distillé que de Grenoble, & qu'on en cachoit soigneusement le procédé; aujourd'hui, que la Chimie a fait tant de progrès en éclairant la partie des Arts, qui est de son ressort, on a trouvé qu'il ne falloit qu'un tour de main pour le faire bien cristalliser en faisant dissoudre avec du vinaigre distillé le verdet ordinaire, dont j'ai donné le procédé; cet acide fait une nouvelle dissolution de ce verdet qui n'étoit qu'en partie dissout par la première dissolution, & lui donne une surabondance d'acide qui forme ces beaux cristaux que l'on appelle improprement *verdet distillé*, au lieu de dire *cristallisé*.

Les particuliers qui font en grand à Montpellier cette cristallisation du verdet, en font un secret. J'ai toujours réussi à avoir de beaux cristaux, en faisant bouillir une demi-heure, dans un grand chaudron, de la vinaisse distillée avec du verdet, & remuant toujours avec une spatule de bois, c'est-à-dire que sur six livres de vert-de-gris je mettois trente livres de vinaisse distillée, ensuite je filtrois ma dissolution toute chaude, & le vert-de-gris non dissout qui restoit sur le filtre servoit à une nouvelle opération; je faisois évaporer jusqu'à consistance de sirop cette dissolution filtrée, je la versois toute chaude dans un vaisseau de terre un peu élevé & de large ouverture, dans lequel j'avois arrangé auparavant de petits bâtons d'osier bien assujettis, & mon vaisseau étoit mis dans un rez-de-chauffée très-frais: il s'attachoit & se formoit de très-beaux cristaux en losanges autour de ces bâtons assez gros, & que j'augmentoïs par une autre nouvelle dissolution de verdet rapprochée au même point quand la première n'en donnoit plus.

M. Baumé, à qui la Chimie est redevable de tant de découvertes, a donné, dans le *Dictionnaire des Arts*, un procédé pour faire cette cristallisation en grand, qui ne laisse rien à desirer.

M. Granier, Négociant, est le premier qui ait fait en grand à Montpellier, il y a neuf ou dix ans, le verdet distillé, ou pour mieux dire, cette cristallisation; il est à remarquer que dans la Fabrique chaque cristallisation qui tient à un morceau de bois blanc & qui le couvre sur toutes les surfaces, pèse deux livres & jusqu'à trois. Ce bâton de forme cylindrique de la grosseur du doigt index, a environ un pied de longueur; à une de ses extrémités la plus grosse, on le fend & on le divise en quatre parties dans la longueur de deux ou quatre pouces, pour y introduire une pièce de cuivre coupée carrément, assez épaisse pour tenir ces quatre branches écartées: ce bâton ainsi préparé pèse une once, & là se forment & s'attachent les différentes couches de cristallisation de verdet, qui sont très-belles & en très-beaux cristaux bien groupés. Dès que cet amas de cristaux, attachés à ce morceau de bois, est bien sec & dépouillé de toute l'eau-mère, on le vend dans le commerce trois livres & jusqu'à trois livres dix sous.

Les Fabriques, tant du verdet ordinaire que de celui que l'on appelle improprement distillé, & qui n'est connu dans le commerce que sous ce nom qu'il faut lui conserver, se soutiendront toujours avec plus d'avantage & à moins de frais dans notre ville & aux environs que par-tout ailleurs, à cause de la vinasse qu'on jetoit autrefois & que l'on vend à présent à bien bon marché, mais qui pourroit augmenter de prix si le marc de raisins prend en partie la place du vin pour faire le vert-de-gris: lors même que l'on n'emploiroit plus le vin, ce que je ne pense pas, pour faire le vert-de-gris, le vinaigre seroit toujours à meilleur marché dans le bas Languedoc, à cause de l'abondance des vins & de leur qualité propre à donner un excellent vinaigre pour faire cette préparation de verdet distillé, qui par la concurrence sera toujours à meilleur marché dans cette ville que dans les autres parties du Royaume; il en est de même de toutes les autres préparations qui se font en grand & qui ont pour acide le vinaigre.



Je terminerai ce Mémoire par quelques réflexions sur la fabrique du verdet par rapport aux maladies.

Les personnes qui s'occupent de cette préparation à Montpellier & aux environs, sont pour la plupart des femmes ou filles de tous les âges. Nos annales ne nous ont jamais fait l'histoire d'aucune maladie particulière occasionnée par cette préparation qui se fait dans cette ville de temps immémorial, & qui a pour base le cuivre reconnu pour être mal-faisant. Tandis que les préparations qui ont pour base le plomb & plusieurs sémi-métaux sont si dangereuses à ceux qui par état sont obligés d'en faire leur occupation.

La plupart des femmes qui font le verdet dans les caves, sont si peu soigneuses qu'on les voit souvent dans leurs ateliers ayant leurs mains comme enduites de verdet, à force de manier les lames de cuivre, d'abord en les ôtant du couvage pour les mettre au relais, & ensuite en les raclant; ces femmes mangent à la cave, le plus souvent sans laver leurs mains, elles déjeûnent, goûtent, tiennent à la main leur morceau de pain sans qu'il y ait d'exemple qu'aucune se soit empoisonnée avec le verdet, ni que l'odeur qu'elles respirent d'un grand tas de lames de cuivre, enduites de vert-de-gris & enlévelies dans des endroits peu aérés, ait en aucune manière altéré leur santé.

Je pense que le préservatif se trouve à côté du poison. Toute l'atmosphère des caves ou autres lieux, où l'on fait en grand le verdet, est remplie de la partie la plus volatile de l'acide du vin lorsqu'il se décompose & se change en vinaigre; ce dernier, assez volatil par sa nature, s'évapore continuellement par la chaleur naturelle de la cave, ou du feu que l'on y fait quand on veut donner plus de chaleur à la cave ou chauffer les lames de cuivre en hiver. Cette vapeur acide répandue dans toute la cave se mêle avec l'air, s'y dissout, & fait qu'on respire continuellement une odeur agréable & bienfaisante qui doit empêcher, par sa nature, que les émanations du cuivre & du verdet n'incommodent les personnes journellement exposées à son action.

Je pense encore que l'on a fort exagéré le danger du vert-de-gris, qui peut-être par l'acide qu'il contient devient moins dangereux, principalement celui qui est cristallisé & qui en contient avec surabondance.

Enfin par toutes les recherches que j'ai pu faire, je le répète, nous n'avons point d'exemple à Montpellier, où les Fabriques de verdet sont en très-grand nombre & dans tous les quartiers de la ville, que personne ait été empoisonné ni incommodé par cette préparation, ni que les femmes, dont elle fait l'unique occupation, soient attaquées de quelque maladie particulière occasionnée par cet Art, & que l'on puisse désigner sous un nom distinctif, comme on voit très-souvent les Ouvriers qui travaillent sur le plomb ou à ses différentes préparations, aux mines de mercure, &c, malheureusement exposés aux coliques dites de *Poitou*, ou à des tremblemens qui dégènèrent souvent en paralysie.



# FAUTES À CORRIGER

Dans l'Histoire de 1775.

*PAGE* 52, ligne 6, IIII stades, c'est-à-dire, onze cents, lisez onze cents stades.

Dans les Mémoires de 1775.

*Page* 93, ligne 3, à compter d'en bas, au lieu de ces mots : cette action n'influe que sur le rapport de la quantité de la précession à celle de la nutation, lisez cette action n'influe que sur les quantités absolues de la nutation & de la précession.

255, . . . . . au lieu de la quantité  $\frac{10fh - 6g + 5f \cdot \frac{\pi^2}{g}}{6}$ ,

substituez par-tout,  $\frac{10fh - 6g - 5f \cdot \frac{\pi^2}{g}}{6}$ .

Dans ce Volume.

*Page* 205, ligne 16, au lieu de  $\frac{2\pi^2}{g}$ , lisez  $\frac{2\pi^2}{1g}$ .

256, à la fin de l'article XXXII, ajoutez ce qui suit : On peut d'ailleurs faire voir *à priori*, d'une manière extrêmement simple, qu'un dérangement quelconque dans la position de l'axe de la Terre est impossible en supposant 1.<sup>o</sup> la Terre homogène, & les eaux qui la recouvrent, de même densité qu'elle : 2.<sup>o</sup> que la figure de la mer est celle qui convient à l'équilibre, & que par conséquent sa surface est perpendiculaire à la résultante des attractions du Soleil & de la Lune, & des autres forces dont chaque molécule extérieure est animée. Pour cela, nous observerons que si cette propriété convient à la figure d'une masse fluide homogène qui tourne sur elle-même, & dont toutes les parties sont soumises à leur attraction réciproque, & à celle de tant de corps que l'on voudra, non-seulement la masse entière, mais encore tout canal rentrant en lui-même, sera en équilibre; il est visible, cela posé, que l'axe de rotation ne peut avoir aucune tendance à se mouvoir autour du

centre d'inertie , & cela feroit encore vrai dans le cas où une partic quelconque intérieure de la masse fluide viendroit à se consolider & à former le sphéroïde que recouvre la mer ; il ne peut donc exister dans les hypothèses précédentes aucun mouvement de nutation & de précession.

Page 271, ligne 7, ... 9<sup>d</sup> 23' 8", lisez 9<sup>d</sup> 2' 38".

Idem, ligne 31, ... 94. 7. 19, lisez 9. 47. 19.

Idem, ligne 33, ... 95. 9. 43, lisez 9. 59. 43.

305, ligne 10, & bien calculé les angles  $\alpha$ ,  $\beta$ , ou, ce qui, &c. lisez & bien calculé ; les angles  $\alpha$ ,  $\beta$ , ou, &c.

326, ligne 7,  $s''s = \sin. (\text{demi-diam. } \odot - \text{parall. horiz. } \odot)$  ;

lisez  $s''s = \text{demi-diam. } \odot - \text{demi-diam. de la Terre}$

$= \frac{r \times \sin. (\text{demi-diam. } \odot - \text{parall. horiz. } \odot)}{\sin. (\text{parallaxe horizontale du Soleil})}$

$= \frac{\sin. (\text{parall. horiz. } \odot) \times \sin. (\text{demi-diam. } \odot - \text{parall. horiz. } \odot)}{\sin. (\text{parallaxe horizontale polaire de la Lune})}$

Idem, ligne 9, (1)  $\beta = \frac{\sin. (\text{parall. horiz. } \odot) \times \sin. (\text{demi-diam. } \odot - \text{parall. horiz. } \odot)}{\sin. (\text{parallaxe horizontale polaire de la Lune})}$  ,

lisez (1)  $\beta = \frac{r \times (\text{demi-diamètre } \odot - \text{parallaxe horizontale } \odot)}{\sin. (\text{parallaxe horizontale polaire de la Lune})}$  .





